T.C.
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği

İNSULA-OPERKÜLER BÖLGE AK MADDE YOLLARININ ANATOMİSİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Oğuz Kağan Demirtaş

TEZ DANIŞMANLARI

Prof.Dr. Hüseyin Fikret DOĞULU

Doç.Dr. Abuzer GÜNGÖR

ANKARA
AĞUSTOS-2020

I. KABUL ve ONAY

T.C.

GAZİ ÜNİVERİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19/02/2021

BAŞKAN

ÜYE **ÜYE**

ÜYE **ÜYE**

II. TEŞEKKÜR

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği'nde uzmanlık eğitimimde mesleki becerileri ve tecrübelerinden yararlandığım, kıymetli hocalarıma, uzman abilerime,

İhtisasım süresince eğitimime büyük katkıları olan ve aynı zamanda tez danışmanım olan sayın Prof.Dr. H.Fikret Doğulu'ya

Uzmanlık tezimin, konusu dahil; başlangıcından bitişine kadar her türlü imkânı sağlayıp, bilgi ve tecrübesiyle ufkumu açan, tez danışmanım Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi A.D. öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Abuzer GÜNGÖR'e

Yeditepe Üniversitesi mikrocerrahi ve diseksiyon laboratuvarını bu çalışma için tüm imkanları ile sağlayan sayın Prof.Dr.Uğur Türe'ye

İhtisasım boyunca aynı kaderi paylaştığımız tüm asistan arkadaşlarım ve eski kıdemli asistan abla-ağabeylerime,

Her zaman beni destekleyip yanımda olan, bir doktor ve ayakları yere basan bir birey olabilmemi sağlayan her ne olursa olsun arkamda duran anneme ve babama,

Tanıştığımız günden itibaren her an yanımda olan, hayatımı güzelleştiren, her zaman en büyük destekçim olarak, beyin cerrahı olabilmemde büyük paya sahip olan, fedakârlığını asla esirgemeyen sevgili eşim Ayşegül Demirtaş'a

Saygı, sevgi, minnet ve teşekkürlerimi sunarım

Dr. Oğuz Kağan Demirtaş

III. İÇİNDEKİLER

I. KABUL ve ONAY I

II. TEŞEKKÜR II

III. İÇİNDEKİLER IV

IV. KISALTMALAR VI

V. RESİMLER İNDEKSİ VIII

1.GİRİŞ VE AMAÇ 1

2.GENEL BİLGİLER 3

2.1 İnsulanın Nöroşirürjideki Yeri ve Önemi 3

2.2 İnsula Anatomisi ve Embriyolojisi 4

2.3 İnsulanın Fonksiyonu ve Fonksiyonel Bağlantıları 8

2.4 Serebral Ak Madde Yollarının Önemi 13

2.5 İnsula ile İlişkili Ak Madde Yolları 16

3.GEREÇ ve YÖNTEMLER 23

4.BULGULAR 25

4.1 Lateralden Mediale Diseksiyon 25

5.TARTIŞMA 50

6.SONUÇ 54

7.KAYNAKÇA 56

8.EKLER 61

9.ÖZET 62

10.SUMMARY 64

11.ÖZGEÇMİŞ 67

IV. KISALTMALAR

3D: 3 Dimension

ABD: Anabilim Dalı

AF: Arkuat Fasikül

AK: Anterior Komissür

Canon EOS: Canon Elektro-Optical System

DSI: Diffüzyon Spektrum İmaging

DTI: Diffüzyon Tensör İmaging

DWI: Diffüzyon Ağırlıklı Görüntüleme

fMRG: Fonksiyonel Magnetik Rezonans Görüntüleme

İFOF: İnferior Frontooksipital Fasikül

İLF: İnferior Longutudinal Fasikül

MdLF: Middle Longutudinal Fasikül

MRG: Magnetik Rezonans Görüntüleme

MS: Multipl Skleroz

OBV: Orta Beyin Veni

OSA: Orta Serebral Arter

SLF: Süperior Longutudinal Fasikül

UF: Unsinat Fasikül

V. RESİMLER İNDEKSİ

Resim 1 _____ *28*

Resim 2 _____ *30*

Resim 3 _____ *32*

Resim 4 _____ *34*

Resim 5 _____ *36*

Resim 6 _____ *38*

Resim 7 _____ *39*

Resim 8 _____ *41*

Resim 9 _____ *42*

Resim 10 _____ *44*

Resim 11 _____ *46*

Resim 12 _____ *47*

Resim 13 _____ *48*

1.GİRİŞ VE AMAÇ

"I saw the angel in the marble and carved until I set him free."

Michelangelo

İnsuler lob beyinde silvian fissür derininde yerleşmiş, frontal parietal ve temporal operküller tarafından çevrelenmiştir. İnsula somatosensöryel duyunun işlenmesinden, tat, koku duyusunun işlenme süreçlerine, kognisyondan, emosyonel durumla ilgili pek çok yüksek kortikal süreçte aktif rol almaktadır. Aynı zamanda anatomik olarak da beynin yüzeyinde yer almaması, önemli vasküler yapılarla yakın ilişkide olması bu bölgeye yapılan cerrahilerin mortalite ve morbiditesini arttırmaktadır(1).

Cerrahi sonrası yaşanan mortalite ve morbidite sebebiyle bölgenin fonksiyonları ve anatomisi uzun yıllar araştırılmıştır. Ancak bölgenin ak madde yollarının operküler bölgeyle ilişkisini de göz önüne alarak inceleyen ak madde çalışmaları yeterince yoktur. İnsula yerleşimi sebebiyle serebral operkülümle hem anatomik hem de fonksiyonel olarak sıkı bir bağlantı içerisindedir(2).

İnsulanın bu yüksek fonksiyonelliği, çevresindeki parankimden gelen ve hemen altından geçen çok sayıda ak madde lifinin birbirleriyle olan ilişkileri incelenerek açığa çıkabileceğini düşünmekteyiz.

Son yıllarda radyolojik tetkiklerdeki gelişmelerle, özellikle traktografinin gelişimi ile ak madde çalışmaları hız kazanmıştır(3,4). Özellikle diffüzyon tensör

traktografinin beynin üç boyutu yapısını ortaya koyması ile lifler arasındaki ilişkileri değerlendirmemizi kolaylaştırmıştır. Ancak bu radyolojik veriler her zaman kesin sonuç vermemekte olup matematiksel olarak hata payı mevcuttur, bu sebeple bu çalışmaların muhakkak anatomik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Beyinde gri maddenin yüzeyel ve derin yapılarının anatomisi ve fonksiyonu uzun yıllar detaylı olarak araştırılması ve bilinmesine rağmen, beyin içinde farklı bölgelerini birbirine bağlayan ak madde yolakları hakında hem bilgi eksikliği hem de görüş farklılıkları sürmektedir. Bu çalışmada insulanın operkülümle birlikte kapsadığı ak madde yollarının mikrocerrahi yöntemle birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Böylelikle bu bölgeye ait başta onkolojik cerrahiler olmak üzere uygulanan tüm prosedürlerin daha başarılı ve anlaşılır olmasını hedeflenmektedir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 İnsulanın Nöroşirürjideki Yeri ve Önemi

İnsula ilk kez Johann J. Reil tarafından "Reil Adası" olarak tanımlanmış bir serebral lobtur. İnsula kelime anlamı olarak ada anlamına gelir. İnsula çevresindeki sulkusla beynin diğer bölgelerinden bir ada gibi ayrılması sebebiyle bu ismi almıştır(5).

İnsula tarihte primer tat alma duyusunun merkezi olarak görülmekle birlikte, günümüzde kognisyon, duygudurum gibi çok daha kompleks kortikal aktivitelerle ilişkili olduğu bilinmektedir(6).

Son yıllarda fonksiyonel magnetik rezonans görüntüleme (fMRG) gibi invaziv olmayan görüntüleme yöntemleri ve gerek uyanık gerekse anestezi altındaki operasyonlar sırasında kullanılan elektrofizyolojik değerlendirmeler vasıtasıyla insula hakkındaki bilgilerimiz artmış, önemi daha iyi anlaşılır hale gelmiştir.

İnsulanın somatosensöryel duyu, otonomik düzenleme, işitsel, duysal ve tatsal duyuların işlenmesi gibi önceden bilinen fonksiyonlarının yanı sıra duygusal deneyim, empati, sosyal bilinç, riskli süreçlerde karar alma gibi sosyo-duygusal süreçlerde rolü olduğu belirlenmesiyle nörobilim ve fizyoloji alanlarında daha çok araştırılmaya başlanmıştır(1).

İnsula serebral operküller tarafından sarılması sebebiyle ulaşılması zor bir cerrahi sahadır. Aynı zamanda beynin büyük besleyici damarlarına yakın komşuluk içerisindedir. Lentikülostriat arterler gibi önemli perforan damarlar bu bölgeden geçmekte ve bunlar bazal gangliya ve internal kapsül gibi beynin hayati bölgelerini beslemektedir. Ayrıca insular korteksin hemen altından çok sayıda ak madde yolaklarının geçmesi de bölgenin fonksiyonelliğini arttırmaktadır(7).

Yukarıda anlatılan karmaşık ve derin anatomiye sahip olması, aynı zamanda yüksek fonksiyonellik barındıran bir korteks olmasıyla bölgeye yapılan girişimler beynin diğer bölgelerine nazaran daha yüksek morbidite ve mortaliteye sebep olmaktadır. Bu sebeple nöroşirürjide her zaman fonksiyonu ve anatomisi daha iyi anlaşılabilmesi için araştırmalar yapılmakta, elde edilen bilgiler ışığında yeni cerrahi teknikler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

2.2 İnsula Anatomisi ve Embriyolojisi

İnsular gliomalar çoğunlukla bening karekterde olması sebebiyle cerrahi için iyi adaylardır, fakat genellikle bu bölgedeki gliomlar yalnızca bu bölgede bulunmamaları, genellikle çevre bölgeleri de invaze etme eğilimleri cerrahi ve kür şansını azaltmaktadır.

Bu bölgedeki gliomların yayılım paternini anlayabilmek için öncelikli olarak bölgenin embriyolojisinin iyi anlaşılması gerekmektedir.

İnsula anatomik pozisyonunun yakınlığı sebebiyle temporal lobun uzantısı olan derin limbik korteks olarak tanımlanmıştır. Embriyogenezin 6.haftasında inferior kortikal bölgeden ilk gelişen fetal korteks olarak tanımlanmıştır(8).

Prosensefalonun anterior partından telensefalik veziküller meydana gelmektedir. Bu telensefalik veziküllerin gelişmesiyle geri kalan primordial prosensefalon posteromediale itilerek optik veziküllerinde gelişeceği diensefalonu meydana getirmektedir. Daha sonra bu embriyonel telensefalon ve diensefalonun birleşim bölgesinden Foramen Monro gelişecektir. Diensefalonun alar tabakasından thalamus, bazal tabakasından ise globus pallidus meydana gelmektedir. Telensefalonun neokorteksinin orantısız gelişimi sonucunda koç boynuzu şeklinde postero-inferiora doğru gelişimini sürdürür. Bu boynuz görünümlü yapı daha sonra temporal lobu meydana getirecektir. Bu spiralin penceresi insulayı oluşturacak ilkel paleokortekse ve arkiokortekse ev sahipliği yapar. Bu pencerenin kendisi ise ilerde silvian fissürü oluşturacaktır. Gebeliğin 18.haftasıyla insular korteksin katlanması tamamlanarak silvian fossadan sirküler sulkus ile ayrılır. Daha sonra çevredeki frontoparietal ve temporal operküllerin gelişimi ile gömülerek beynin derin bölgesinde kalır.

İnsula frontal, parietal ve temporal operküllerin derininde yer alan, silvian fissür tabanında trianguler bölgeye oturmuş beynin bir lobudur. İnsula ekspojuru için silvian fissürün genişçe açılması gerekmektedir.

Silvian fissür beynin lateral yüzeyindeki en belirgin yarıklardan bir tanesidir. Bu fissür orta serebral arter (OSA) için beynin derininden yüzeyine doğru bir geçiş güzergahı oluşturmaktadır. Bir adet ana gövdesi ve 3 adet de dalı bulunmaktadır. Ana gövde medialde anterior klinoid prosesin medialinden başlar, sfenoid kanat posteriorundan laterale doğru ilerleyerek konveksitede son bulur. Dalları ise anterior ascending, anterior horizontal ve posterior olmak üzere toplam

üç adettir. Posterior dalı pteriondan başlayarak inferior parietal lobüle kadar anteriordan posteriora, inferiordan superiora doğru uzanmaktadır. Posterior dalı arkada supramarginal girus tarafından çevrelenmektedir. Anterior ascending ve anterior horizontal dalları da her hemisferde bulunmaktadır. Bu dallar inferior frontal girusu; pars operkülaris, pars triangularis ve pars orbitalis olmak üzere üç parçaya ayırmaktadır. İnsula çevre yapılardan sirküler(yuvarlak) insular sulkus denilen fakat ismine karşı şekli daha çok üçgene benzeyen bir sulkusla ayrılır. Bu sulkus anterior, superior ve inferior olmak üzere üç parçadan oluşur. Bunların en uzunu superior insuler sulkustur. İnsulanın merkezinde santral sulkusa genellikle paralellik gösteren santral insuler sulkus bulunmaktadır. Santral insuler sulkus insulaya lateralden bakıldığında en derin ve belirgin girintidir. Bu sulkus insulayı anterior ve posterior olmak üzere 2 parçaya ayırır. Anterior parçasında kendi içinde anterior, middle ve posterior olmak üzere üç kısa girus; posterior parçasında ise anterior ve posterior olmak üzere iki adet uzun girus bulunmaktadır(9).

Bunlar dışında insula anatomisiyle ilgili bilinmesi gereken diğer iki önemli yapı insula apeksi ve insular poldür. İnsular pol hemen limen insulanın lateralinde kısa giruslarla yakın komşuluğu olan insulanın anteroinferiorunda bulunan bölgedir. İnsuler apeks ise lateralden bakıldığında insulanın en lateralde yer alan bölgesidir. Genellikle insula apeksi orta kısa insuler girusun üzerine denk gelmektedir. İnsulayla ilgili bir diğer girus ise transvers girustur. Bu girus tüm hemisferlerde bulunmaktadır. İnsulanın en kısa girusu olup limen insuladan başlayarak posterior orbital girusa karışmaktadır. Bundan hariç bir de aksesuar

girus olmakla beraber bu girus her hemisferde bulunmamaktadır. Hemisferlerin %60 ında bulunan bu girus transvers girusun hemen üzerinde bulunmaktadır(10). Limen insula silyivan fissürün sfenoidal ve operküloinsular kompartmanlarının kesişim bölgesinde yer alan temporal polden orbital yüzeye doğru ark şeklinde giden yapıdır. Yüzeyindeki ince gri madde tabakasının altından unsinat fasikül geçmektedir.

Anterior perforat substans limen insulanın hemen medialinde yer alan, lentikilostriat arterlerin parenkim içine girdiği yapıdır. Bu yapı cerrahide önemli bir landmark olup ismi üzerindeki perforan damarların girdiği deliklerden gelmektedir.

Silvian fissür içerisinde seyreden orta serebral arter (OSA) insuler lobun ana besleyici arteridir. Bu arterin ikinci (M2) segmenti insuler segment, üçüncü (M3) segmenti ise operküler segment olarak isimlendirilmiştir. M2 segmenti süperior ve inferior trunk olarak insuler sulkuslardan ilerlemekte ve insuler korteksi besleyen dallar vermektedir. Daha sonra operkülüme döndüğü noktadan sonra M3 operküler segment olarak adlandırılır. M3 segmentinin en posteriordaki dalının loop yaparak silvianı terk ettiği noktaya silvian noktası veya M noktası olarak adlandırılır. Bu nokta anterior transvers temporal girusun (Heschl girusu) hemen medialinde kalmaktadır(11,12).

M2 segmenti insula boyunca ortalama olarak 8 dal vermektedir. M2 segmentin superior trunkı aksesuar, transvers ve insuler santral sulkusun önünde yer alan üç kısa girusu ayrıca anterior limiting sulkus ve kısa sulkusları

beslemektedir. İnferior trunk ise daha çok insuler santral sulkusun posteriorunda kalan 2 adet uzun girusu, limen insula bölgesini ve inferior limiting sulkusu beslemektedir.

Anjiografik değerlendirmelerde dahi insula ve silvian bölgesinin venöz drenajı net olarak anlaşılamamış olup, daha çok süperfisyel silvian ven silvian fissürü, derin orta beyin veni (OBV) ise insular bölgeyi drene ettiği düşünülmektedir. Venöz anatomi arteryal anatomiye göre büyüklük, yön, patern bakımından kişiden kişiye çok daha fazla varyasyon göstermektedir. Silvian diseksiyon süperfisyel silvian venin süperiorundan genellikle daha kolay yapılmaktadır. Çünkü bu ven fissürün yaklaşık 4 mm altında bulunmaktadır(10).

İnsulanın venöz drenajına her ne kadar yüzeyel venöz sistemin katkısı bulunsa da derin venöz sistemin (derin orta beyin veni) etkisi daha fazladır.

2.3 İnsulanın Fonksiyonu ve Fonksiyonel Bağlantıları

Broadman tarafından 1909 yılında yapılan sitoarkitektal çalışmalarda insula santral insular sulkusun arkasında posterior granüler alan, önünde ise anterior disgranüler alan olarak ikiye ayrılmıştır. Daha sonra dorsal posterior insula insular lobe granüler alan (Ig1 ve Ig2), ventral posterior insulada disgranüler alan (Id1) tanımlanmıştır(1).

Daha sonra primatlarda yapılan direk stimülasyon çalışmaları ile insulasına kortikal stimülasyon verilen primatların yüzünde, gövdesinde ve kuyruğunda motor aktivite gözlenmiş, ayrıca solunum, kalp hızı, tansiyon, mukus üretimi, salgı üretiminde değişmeler meydana gelmiştir. Bu çalışmayla insulanın motor

korteks ve otonomik merkezlerle olan bağlantısı kanıtlanmıştır. İnsulaya yapılan ablasyon çalışmalarında ise altındaki ekstrem kapsül, eksternal kapsül, internal kapsül, anterior komissür, superior/inferior longutudinal fasikül gibi ak madde yollarında dejenerasyon meydana gelmiş. Böylece insulanın bu yollar vasıtasıyla temporal, frontal, parietal, singulat, olfakör, hipokampal ve amigdala gibi yapılarla bağlantılı olduğu düşünülmüştür(1,13). Bu çalışmalarda insulanın anterior bölümünün posteriora göre beynin diğer lobları ile çok daha fazla bağlantıda olduğu görülmüştür.

Günümüzde diffüzyon ağırlıklı yapılan görüntülemelerde insanlarda elde edilen veriler eski primat deneylerindeki ile benzerlik göstermiştir. Anterior insula daha çok frontal, orbitofrontal, anterior temporal ve singulat bölgelerle bağlantılıyken, posterior insula posterior temporal, parietal ve sensörimotor alanlarla bağlantılıdır(2).

Fonksiyonel magnetik rezonans görüntülemesi ile son yıllarda yapılan en kapsamlı çalışmada insula ve frontal operkülüm fonksiyonel olarak 13 alt bölüme ayrılmıştır. Bu bölgeler parainsuler korteks (PI), insula granüşer (Ig), posterior insuler bölgeler (PoI1 ve PoI2), anterior ventral insuler bölge (AVI), frontal operküler bölgeler (FOP4 ve FOP5), middle insuler alan (MI), anterior agranüler alan (AAIC) ve piriform kortekstir(Pir)(14).

İnsula gerek derin yerleşimli olması gerekse patolojilerinin çoğunlukla yalnızca insulaya sınırlı kalmaması sebebiyle fonksiyonu en geç anlaşılan beyin bölgelerinden birisidir. Kurth ve arkadaşları insulayı fonksiyonel olarak dört

bölüme ayırmıştır. Bunlar sensörimotor aktiviteden sorumlu midposterior insula, sosyo-duygusal tepkilerden sorumlu anterior ventral insula, kognisyondan sorumlu anterior-dorsal insula ve santral olfaktogustatuar insuladır(15).

Visseral duyular ve otonomik kontrol: Eski çalışmalar insulayı "visseral beyin" olarak tanımlamıştır. Son yıllarda yapılan traktografik görüntülemelerde insulanın visserosomatosensoryel işlemede rolü olduğunu desteklemektedir. İç organlardan aldığı visseral duyuların işlenmesi ve sonrasında verilecek tepkilerin planlanmasında etkili olduğundan önemli otonomik fonksiyonları da olduğu gösterilmiştir. Elektro stimülasyon sonrası mide guruldaması, kusma gibi aktiviteler gözlenmesi otonomik düzenlenmede etkin olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde kortikal stimülasyonun kardiyavasküler etkileri olmuştur. Bazı insuler lezyon cerrahileri sırasında asistoli/bradikardi görülmüştür(16,17).

Somatik duyuların işlenmesi ve ağrı: İnsula elektriksel stimülasyonu sonrası daha çok karşı taraf yüzde ve omuzda olmak üzere fakat ipsilateral tarafta da parestezi, elektrik çarpma, sıcak, soğuk hissi meydana gelmiştir. Aynı zamanda ağrılı somatik his de bu stimülasyon sırasında saptanmıştır. Bu gibi çalışmalar sonucunda insulanın özellikle posterior kısmı termo-duyusal ve ağrı duyusunun işlenmesi sürecinde önemli rolleri olduğu düşünülmüştür(18).

İşitsel duyunun işlenmesi: İnsuladan çıkan efferent liflerin primer işitme ve işitme asosiasyon kortekslerine gitmesi sebebiyle insulanın işitme üzerinde rolü olması şaşırtıcı değildir. Elektriksel stimülasyon çalışmalarında özellikle insulanın postero inferior bölgesine verilen stimülasyonlar sonrasında işitsel illüzyonlar ve

distorsiyonlar meydana gelmiştir. Son yıllarda yapılan fonksiyonel görüntülemeler ve izole insuler stroke veya tümör hastalarında görülebilen hiperakuzi, santral işitme kaybı gibi bulgular da insulanın işitme üzerindeki etkisini kanıtlamaktadır(19).

Kemoduyusal fonksiyonlar: Primatlarda primer gustatuar merkezin anterior insula olduğu gösterilmiştir. İnsanlarda bu merkezin primatlara göre daha kaudalde tahminen mid-insuler bölgede olduğu düşünülmüştür. Bu bölgeye yapılan elektriksel stimülasyon sonucu metalik veya bitter tat hissettikleri raporlanmıştır. Primer gustatuar alanın bulunmasındaki zorluk ise bu alana çok yakın bölgede ağız bölgesinin primer somatosensöryel duyusunun da burada bulunmasından kaynaklanmaktadır.

İnsula aynı zamanda olfaktör duyuların işlenmesinde de önemli roller almaktadır. Koku alma sırasında yapılan fonksiyonel görüntülemelerde, orbitofrontal korteks, amigdala ve ventral putamenle beraber insulada da aktivite artışı gözlenmiştir. Bu bölgenin daha çok kokunun yoğunluğunu anlamlandırmada etkili olduğu düşünülmektedir(20).

Vestibüler Fonksiyon: Posterior insuler bölge stimülasyonu sonrası vestibüler yanıtlar alınmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda posterior parietal operkülüm ve retroinsuler bölgenin vestibüler fonksiyonda önemli merkezler olabileceği düşünülmüştür. Ancak bu bölgenin izole hasarında vertigo/dengesizlik gibi vestibüler bozukluklar sık görülmemektedir. Bu sebeple elektrofizyolojik bu çalışmaların daha çok klinik veriyle desteklenmesine ihtiyaç vardır.

Duygusal Tecrübe: Fonksiyonel MRG çalışmalarında korkutucu, üzücü, mutluluk verici, cinsellik içeren fotoğraflar gösterilen hastaların insulalarında fonksiyon artışı görülmesi insulanın duygusal deneyimler üzerindeki etkisini göstermektedir. Literatürdeki bir olgu sunumunda insuler cerrahi geçiren bir hastanın post-operatif dönemde tiksinme duygusunda değişimler ve bozulmalar olduğu gösterilmiştir(21).

Empati ve Sosyal Kognisyon: Empati başka bireylerin hissettiği duyguları anlama, anlamlandırma ve deneyimleme yetisidir. Epilepsi cerrahisi sebebiyle insular bölgesinden cerrahi geçirmiş kimi hastalarda, karşısındaki insanın yüz ifadesinden duygu durumunu anlamada zorluklar yaşadığı bildirilmiştir. Yine uyanık yapılan onkolojik cerrahilerde özellikle sol insulanın uyarılmasıyla hastanın karşısındaki insanın tiksinme, korkma, sevinme gibi duygularını anlayamadığı gösterilmiştir(22).

Riskli Karar Alma: Belirsiz koşullar altında alınan kararlar duygu durum ve kişisel yargılarımızdaki yanlılıkların meydana getirdiği dürtüler sonucu alınmaktadır. Karar verme sürecinde kritik öneme sahip orbitofrontal korteksle yakın ilişkili ve çok sayıda bağlantıya sahip anterior insulanın da karar verme süreçlerinde etkin olduğunu söylemek mümkündür. Nörobilim deneylerinde özellikle kumar oynayan insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda insulanın karar verme sürecinde etkin rol oynadığı gösterilmiştir(23,24).

Konuşma: Konuşma merkezi Broca alanı olarak bilinmesi rağmen, özellikle sol insulanın konuşma üzerinde büyük etkisi olduğu bilinmektedir. Sol

presentral insuler girusun enfarkta gittiği tüm olgularda konuşmanın motor planması bozulmuş ve afazi meydana gelmiştir. Posterior insula hasarında ise dizartri görülmektedir(25).

Dikkat: Özellikle ön insulanın görev sırasında koordinasyon ve dikkatle ilgili süreçlerde görev aldığı varsayılıyor. Bu görevler sırasında mediyal frontal operkülüm ile bağlantılı olarak görev aldığı yapılan görüntülemelerde gösterilmiştir(26).

2.4 Serebral Ak Madde Yollarının Önemi

Beynin gri maddesi yaklaşık 20 milyar nöron çekirdeği ile beynin esas işlevini yürüten ana kontrol merkezi olarak kabul edilmiştir(27). Beynin işleviyle ilgili tarihte yapılan çalışmalar ağırlık olarak bu gri madde üzerine olmuştur. 20.yüzyılın başlarında Broadman tarafından gri madde histolojik çalışmalarla fonksiyonelliğine göre bölümlere ayrılmıştır(28,29).

Gri madde üzerine uzun süredir detaylı çalışmalar yapılmasına rağmen beynin ak madde lifleri uzun süre geri planda kalmış, geçmişte yapılan çalışmalar ak maddeyi korona radiata, sentrum semiovale gibi makroskopik olarak yapılan gross sınıflandırmalardan öteye götürememiştir. Oysaki başta serebral neoplaziler olmak üzere, intraserebral hematom, vasküler patolojiler gibi pek çok nöroşirürjikal patolojide, operasyon sırasında bu ak madde içinden çalışılmaktadır. Ayrıca multipl skleroz (MS), Alzheimer gibi nörolojik hastalıkların yanı sıra fizyolojik yaşlanmada da ak madde yolları ile doğrudan bağlantılıdır. Bu sebeple bu yolların gerek anatomisi gerekse fonksiyonunun iyi

anlaşılması başta nöroşirürji, nörobilim ve nöroloji gibi pek çok alanda son derece önemlidir(30).

Ak madde lifleri temel olarak sınıflandırıldığında üç gruba ayrılmaktadır. Her iki hemisferi orta hattan birbirine bağlayan korpus kallozum, anterior ve posterior komissür gibi *komissural lifler*, serebral korteksi, beyin sapı ve spinal kord gibi nöroaksis boyunca daha alt yapılara bağlayan kortikospinal, kortikobulbar trakt gibi *projeksiyon lifleri,* ve son olarak aynı hemisfer içinde farklı kortikal bölgeleri birbirine bağlayan arkuat fasikül, superior longutudinal fasikül, unsinat fasikül gibi *asosiasyon lifleridir*(31).

Uzun süredir göz ardı edilen bu yolların bilim camiasında tekrar popülarite kazanması radyolojik tekniklerin gelişmesi sonucu bu yolların in vivo olarak gösterilebilmesi ile olmuştur. Magnetik rezonans görüntüleme (MRG) ile yapılan diffüzyon tensör görüntülemelerle (DTI) insan ak madde yolları, yönü, başlangıç ve bitiş noktaları gibi pek çok konu aydınlatılmaya başlanmıştır(3). Bu görüntülemelerden elde edilen veriler anatomik çalışmalara da yol gösterici nitelik taşımaktadır. DTI ile hem normal beyinde hem de santral sinir sistemi patolojileri olan hastalarda ak madde yolları ile ilgili veriler elde edilmiştir. Teknik ilk geliştirildiğinde liflerin orjinlerini ve sonlamınlarını göstermekte yetersizdi, yalnızca uzanımlarını tanımlıyordu. Daha sonra diffüzyon spektrum imaging tekniğinin gelişimi ile başlangıç ve bitiş noktası da içeren daha nitelikli veriler elde edilmeye başlandı.

Ak maddeyi oluşturan aksonlar büyük oranda lipit içermektedir ve bu lipitler suyun serbest hareketine engel teşkil eder. Su moleküllerinin normalde yaptığı Brownian diffüzyon hareketi ak maddede myelin kılıf nedeniyle kısıtlanır. Diffüzyon temelli incelemelerde beyin içinde su moleküllerinin hangi doğrultuda ve ne orandan kısıtlandığı hesaplanır. Ak madde içerisindeki bu kısıtlanmanın hangi doğrultuda daha çok olduğu matematiksel olarak hesaplanır ve bu değer tensör olarak ifade edilir. Diffüzyon kısıtlamasının olmadığı suyun her yöne hareket ettiği dokular elipsoid izotropikken, diffüzyon kısıtlamasına uğrayan bölgeler elipsoid anizotropiktir. Bu elipsoid özdeğerler arasındaki farklardan yararlanılarak beyin haritalaması yapılır. Özdeğerlerin yüksek olduğu bölgelerdeki vektörlerin yönü takip edilerek üç boyutlu olarak traktların yönü tayin edilir. Ancak bu lifler matematiksel bir hesabın sonucu olması sebebiyle bir lifin yakınında uzanan diğer liflerinin birikmiş hataları nedeniyle yanlış sonuçlar verebilir. Yine de DTI ile tabanlı traktografiler son derece değerli bilgiler vermekte olup hem araştırma sürecinde, hem günlük pratikte operasyon öncesinde rutin kullanıma girmiştir(3,32).

Zamanımızda nöroanatomi literatürü, DTG öncesi, lif demetlerini tanımlasa da cerrahi prosedürler için DTG benzeri üç boyutlu bilgi elde etmeye uygun anatomik açıklama ve görüntülemelerde eksiklikler vardır. Birçok yeni akademik çalışma nöroşirürjiyenler için ak madde lif diseksiyonunun son derece faydalı olduğunu göstermektedir(4,33). Ancak literatüre baktığımızda özellikle insula ve kendi üzerini örten serebral operkülüm ile bağlantılarını gösteren ve insulayı bu şekilde ele alan anatomik kapsamlı bir çalışma yapılmadığını gördük.

Bu çalışmanın ana hedefi insulanın ve çevresindeki operküler bölgenin ak madde yollarını ve karmaşık ilişkilerini tanımlamaktır.

2.5 İnsula ile İlişkili Ak Madde Yolları

Yüzeyel kısmı insula tarafından oluşturulan santral kor, beyin sapı ile serebral hemisfer arasındaki köprüdür. Bu yapıyı insular korteks, bazal gangliya ve talamus oluştururken, internal kapsül, eksternal kapsül ve ekstrem kapsülün serebral hemisferlere doğru devamlılığı ile oluşan serebral istmus ile diğer supratentoryal alanlara bağlanmaktadır(34). Bu bölge morfolojik olarak beynin merkezinde bulunmasının yanı sıra fonksiyonel olarak da kortekse gelen verilerin entegrasyonu, duyusal ve motor süreçler, kognitif ve emosyonel süreçlerde de önemli roller almaktadır.

İnsular korteks frontoparietotemporal operküllerin ayrılması ile görülen santral korun en lateralindeki yapıdır. Ve insulayı çevre yapılardan ayrılan sirküler sulkusun anterior, superior ve inferior parçaları aynı zamanda santral korun da sınırlarını oluşturur. Sirküler sulkusun her üç parçasından da ventriküle doğru çekilen hayali kesitler bize santral korun anterior, süperior ve posteroinferior sınırlarını gösterir. Bu kesitler aynı zamanda serebral istmusu da kesmektedir.

İnsuler korteksin kaldırılmasıyla karşımıza çıkan ilk yapılar öncelikle ekstrem kapsül ve hemen ardından derinindeki klastrumdur. Klastrum eksternal kapsül lifleri arasında yer alan bir gri madde topluluğudur(35). Ventral klastrum insular yüzün anteroinferiorunda yer alıp, amigdalaya doğru ince bir katman

halinde devam etmektedir. Dorsal klastrum ise daha supero posteriorda yer alan kompakt bir gri maddedir.

Daha derinde putamen ve globus pallidus yer alıp ikisi lentiform nucleusu oluşturmaktadırlar. Putamen ve globus pallidus external medüller lamina ile birbirinden ayrılmaktadır. Putamen insulaya daha yakın lateralde bulunurken, globus pallidus putamenin medialinde anterior komissürün superiorunda yer almaktadır.

Daha derine inildiğinde karşımıza çıkan internal kapsül santral koru lateral ve medial olarak ikiye ayırmaktadır. Lateralindeki oluşumlar yukarda anlatıldığı gibi olup, medialinde ise diensefalonun bir parçası olan talamus ve onu çevreleyen kaudat nükleus oluşturmaktadır(34).

Kaudat nükleus başı, gövdesi ve kuyruğu olan, internal kapsül medialinde yer alan gri cevher alanıdır. Baş kısmı talamusun önünde frontal horn lateralinde yer alan oval şekilli yapıyken, gövde kısmı talamusu çevresinden sarmaktadır. Postero lateralde iyice incelen kaudat nükleusun bu parçası kuyruk olarak adlandırılmaktadır.

Talamus diensefalonun bir parçası olarak beyin sapının üzerinde ovoid şekilli anatomik bölgedir. Superior yüzü lateral ventrikül tabanı ve kaudat nükleusla komşuluk halindeyken medial yüzü üçüncü ventrikül lateral sınırını oluşturmaktadır. Posterior yüzü pulvinar olarak isimlendirilirken burası lateralde ventrikül atriumu, medialde kuadrigeminal sisternle komşuluk halindedir(34,36).

Ekstrem Kapsül: İnsuler korteks ve klastrum arasında uzanan ve santral kor içinde en lateraldeki ak madde demetidir.

Eksternal Kapsül: İnsuler korteks ve ekstrem kapsül kaldırıldıktan sonra karşımıza çıkan ak madde demetidir. Yelpaze şeklinde görülen bi demet klastrokortikal liflerin oluşturduğu dorsal parça ve inferior fronto oksipital fasiküle (İFOF) unsinat fasikülün oluşturduğu ventral parça olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır(37).

Klastrokortikal liflerden oluşan dorsal eksternal kapsül lateral ventrikülün frontal horn, atrium ve gövdesinin lateralinde bulunan frontoparietal alanlarla klastrumu birbirine bağlar.

Unsinat Fasikül: Silvian fissür kökünde yer alan temporal ve frontal lobları birbirine bağlayan at nalı şekilli bir ak madde demetidir. Lokalizasyonu anterior perforat substansın hemen lateralinde olup insulanın anteroinferiorundadır. Lifler silvian fissürün operküloinsular ve sfenoidal kompartmanlarının kesişim bölgesinde, limen insula üzerinden seyreder(38).

Unsinat fasikül anterosuperior ve posteroinferior olmak üzere iki parçaya ayrılır. Anterosuperior parçası frontal hornun inferolateraline devam ederken; posteroinferior parçası ise temporal horn anterioruna uzanım gösterir.

Bu fasikül frontal lobdaki septal alanları ve frontoorbital korteksi temporal bölgeye bağlayarak ceza-ödül tabanlı davranışların oluşumunda etkin yol alan bir yapı olduğu ileri sürülmüştür(39).

İnferior Frontooksipital Fasikül (İFOF): Bu fasikül unsinat fasikülün hemen dorsomedialinde konumlanmış olup anterior limitan sulkusun altından mid ve superior frontal girusa; inferior limitan sulkusun altından ise posterior temporal, parietal ve oksipital bölgelere uzanım gösterir. İFOF önde ve arkada genişlerken, limen insulanın olduğu bölgede papyon şeklinde incelen bir morfoloji gösterir(37). Güngör ve ark. İFOF'u santral insuler sulkusu referans alarak anterior ve posterior olarak iki parçaya ayırmışlardır. Anterior bölümü korona radiataya benzer şekilde frontal kortekse dağılırken, posterior kısmı ise sagital striatumun arkuat fasikül derinindeki parçasını oluşturur(40). İFOF'un konuşma fizyolojisi, dikkat ve duygusal davranışlarla ilgili fonksiyonunun olabileceği önceki çalışmalarda bahsedilmiştir.

İnternal Kapsül: Lentiform nukleusun kaldırılması ile karşımıza bu lif demeti çıkmaktadır. Kaudat nukleus medialde putamen lateralde kalacak şekilde striatumu ortadan ikiye ayırır. Bu kapsül kortikospinal, kortikopontin ve talamik liflerden oluşmaktadır. İnternal kapsül anterior bacak, boyun, posterior bacak, retrolentiküler ve sublentiküler olmak üzere 5 parçadan oluşmaktadır.

Anterior bacak anterior ve superior frontal talamik demetlerden oluşur. İnternal kapsül boynu kortikobulber ve kortikospinal yollarla superior frontal talamik lifin posterior kısmından oluşur. Posterior bacak ise kortikospinal yolun posterioru, parietal talamik radyasyon ve parietopontin liflerden oluşur. Retrolentiküler parçası parietopontin lifleri ve küçük bir kısım oksipital talamik lifleri kapsar. Sublentiküler parça ise oksipitopontin ve temporopontin liflerle oksipital talamik radyasyonun anterior kısımlarını içerir(37).

İnternal kapsülün sublentiküler ve retrolentiküler parçalarından optik lifler geçmektedir. Bu lifler lateral genikülat gövdeden çıkarak oksipital mezial kortekste sonlanır. Bu liflerin dorsalde kalanları lateral genikulat gövdeden çıkarak doğrudan kalkarin fissüre ulaşır. Ancak ventralde kalan lifler öncelikle anteriora yönelir, temporal horndan geri dönerek büklümlü bir seyir yapar, bu büklüm kendisini ilk tanımlayan kişinin adıyla Meyer Loop olarak tanımlanmıştır. Optik radyasyo lifleri posteriorda sagital striatumun bir parçasını oluşturmaktadır.

Sublentiküler parça aynı zamanda mediyal genikülat gövdeden başlayarak, özel ismi Heschl girusu olan anterior transvers temporal girusta sonlanan işitsel radyasyoyu da içermektedir(34).

Anterior Komissür: İnferior frontooksipital fasikül, eksternal kapsül, putamen ve internal kapsül lifleri kaldırıldıktan sonra karşımıza anterior komissür ve globus pallidus çıkmaktadır. Şuana kadar bahsedilen liflerin aksine anterior komissür iki hemisfer arasında bağlantıyı sağlayan komissüral bir liftir.

Anterior komissür gövde, ön bacak ve arka bacak olmak üzere üç parçası mevcuttur. Posterior bacağın temporal ve oksipital uzanımları vardır. Gövdesi üçüncü ventrikül önünde yer alır ve lifi anterior ve posterior olmak üzere iki parçaya ayırır. Anterior part orbitofrontal bölgenin medialine uzanırken, posterior parçası süperolaterale giderek temporal loba ulaşır, daha sonra burada temporal pol ve oksipital loba doğru giden dallar verir. Oksipitale uzanan dalları sagital striatuma katılır(37).

Süperior Longutudinal Fasikül: Bu fasikül arkuat fasiküle birlikte beynin en yüzeyel asosiasyon yollarıdır. Dekortikasyon sonrası karşımıza çıkan U lifler kaldırılınca bu lifler görülmektedir. Suprasilvian alandaki ana asosiasyon lifi üç parçadan oluşan superior longutudinal fasiküldür(SLF). Bu fasikül dorsal SLF1, middle SLFII ve ventral SLFIII olmak üzere üç parçadan oluşur.

SLF I yani dorsal yolak singulat sulkusun süperiorundan cuneustan başlayarak medial frontal loba doğru gelen lif demetidir. Kallosal liflerin hemen medialinde ve singulumun süperiorunda bulunur. Motor aktivitenin başlatılması ile ilgili fonksiyonu olduğu düşünülüyor.

SLF II oksipital lobtan başlayarak anguler girusun superior bölümünün altından doğru middle frontal girusa uzanmaktadır. Oksipital, parietal ve frontal loblar arasındaki bağlantıyı sağlayan önemli bir yoldur. SLF II lateral ventrikül frontal hornunun süperolateralinde yer almaktadır. Dalgalı bir seyir izlemektedir. Bu yolak bazı hemisferlerde presentral sulkus hizasında kesintiye uğramaktadır. Bu kesintinin sebebi bölgedeki suplementar motor alandan başlayan ve inferior frontal loba uzanan vertikal lif demeti yüzündendir. Mekansal işlevin vizüel ve okülomotor fonksiyonunda görevli olabileceği düşünülüyor.

SLF III diğer adıyla ventral yolak parietal lobun supramarginal girusundan başlayarak frontal operkülümde sonlanır. Lateral ventrikül gövde ve frontal hornunun lateralinde, SLF II nin ise inferolateralinde bulunur. SLF II ve III arasında keskin bir sınır hattı bulunmamaktadır(37,41). Artikülasyon ve çalışma belleği ile ilgili fonksiyonları olduğu düşünülüyor.

Arkuat Fasikül: Arkuat fasikül frontal lobdaki Broka alanıyla, temporal lobdaki Wernicke alanını birbirine bağlayan ak madde yoludur. U liflerin ardından SLF II ve SLF III ün kaldırılmasıyla görülür. Güngör ve arkadaşlarının yaptığı çalılmada arkuat fasikül lateral ventrikül pozisyonuna göre anatomik olarak süperior, santral ve inferior olarak üç parçaya ayrılmıştır. Arkuat fasikül posterior insuler noktanın etrafından at nalı şeklinde dönerek middile ve süperior temporal girusu inferior ve mid frontal girusa bağlamaktadır. Anatomik olarak SLF II ve SLF III ile çoğu zaman net ayrımı yapılamamaktadır(37). Bu yolağın semantik süreçlerle ilgili önemli işlevleri bulunmaktadır.

Middle Longutudinal Fasikül: Temporal pol ve süperior temporal girusu supramarginal girus ve süperior oksipital girusa bağlayan lif demetidir. Seslerin uzaysal değerlendirilmesi ile ilgili fonksiyonları vardır.

İnferior Longutudinal Fasikül: İnferior temporal ve inferior oksipital giruslardan geçerek temporal polü dorsolateral oksipital kortekse bağlayan yoldur. Nesnelerin vizüel olarak fark edilmesi ve tanımlanmasıyla ilgili fonksiyonu mevcuttur.(37)

3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmanın anatomik diseksiyonu Mayıs 2020 tarihinde Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hızır Alp Mikroşirürji Laboratuvarında, ardından Haziran 2020-Ağustos 2020 tarihleri arasında da Yeditepe Üniversitesi Nöroşirürji Laboratuvarında yapılmıştır. Yüksek çözünürlüklü MR Traktografi çalışmaları ise Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hızır Alp Mikroşirürji Laboratuvarında yapılmıştır.

10 adet postmortem insan beyni Klinger methoduna uygun olacak şekilde en az bir ay %10 formaldehitte fikse edilmiştir. Daha sonra araknoid ve pia materle beraber vasküler yapılar operasyon mikroskopu altında uzaklaştırılmış ve en az 2 hafta olacak şekilde -15 derece buzdolabında spesmenler dondurulmuştur. Dondurma işleminden sonra su altında 1 saat yıkanarak çözdürülen beyinler diseksiyonlar arasında %70 alkol solüsyonu içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Diseksiyonlar Gazi Yaşargilin kendisi tarafından dizayn edilen ve Prof.Dr.Uğur Türe tarafından modifiye edilen cerrahi mikroskopta x6 x10 x25 büyütme dereceleri ile mikrocerrahi set (Rhoton disektörü, metal spatula ve disektör, dişsiz penset) yardımı ile yapılmıştır.

Çalışmada diseksiyonlar lateralden mediale doğru presentral, postsentral girus ve operküler korteks korunarak yapılmıştır. Serebral korteks aspiratör ve spatula yardımı ile dekortike edilip daha sonra dişsiz pensetlerle U lifler kaldırılarak ak madde yolları ortaya çıkarılmıştır. Diseksiyonun ilerleyen

aşamasında frontal temporal ve parietal operküller dekortike edilerek insula açığa çıkarılmış, santral insuler sulkusun önü ve arkasındaki gri madde korunarak diseksiyonda derinleşilmiştir.

Diseksiyonun her aşamasında bulunan lifler Nikon D7200 ve Canon EOS 200d fotoğraf makineleri ile tripod ve slider kullanılarak stereoskopik (3D) çekim tekniği ile fotoğraflanmıştır. Daha sonra aynı noktaya odaklanmış soldan ve sağdan çekilen fotoğraflar 64bit StereoPhoto Maker Pro programı ile üç boyutlu hale getirilmiştir.

Traktografiler ise DSİ-Studio ile yapıldı (http://dsi-studio.labsolver.org). Http://dsi-studio.labsolver.org adresinde kullanıma açık olan Human Connectome Project'ten elde edilen 1021 denekten oluşan ortalama bir şablonla oluşturulmuştur. Bu çalışmada multishell difüzyon şeması kullanıldı ve b-değerleri 990, 1985 ve 2980 s / mm2 idi. Difüzyon örnekleme yönü sayısı sırasıyla 90, 90 ve 90 dı. Düzlem içi çözünürlük 1.25 mm, dilim kalınlığı 1.25 mm idi. Difüzyon verileri, Montreal Nöroloji Enstitüsü uzayında q-uzay difeomorfik yeniden inşası kullanılarak, spin dağılım fonksiyonunu elde etmek için yeniden yapıldı. Kantitatif anizotropi haritasındaki belirlenen alakalı alanların ardından 100000 akım çizgisi tespit edilinceye kadar yolak takibi başlatıldı, yolak ilerlemesi 0.156'lık bir anizotropi eşiği ile sürdürüldü,lif yoluna bağlı olarak 45 ila 60 açısal eşik değeri ve adım boyutu tesadüfi seçildi 0.5 vokselden 1.5 voksele, uzunluğu 30 mm'den kısa veya 300 mm'den uzun olan parçalar atıldı, ilgilenilen yolakla alakalı olmadığı düşünülen veya örtüşen izler elle manuel olarak silinerek rekonstrüksiyon yapıldı.

4.BULGULAR

4.1 Lateralden Mediale Diseksiyon

Klinger methodu ile hazırlanmış beyinlerin araknoidi ve vasküler yapıları mikromakas, adson ve penset yardımı ile kaldırıldı. Serebruma lateralden baktığımızda parietal lob ile frontal lob arasında Santral Sulkus görüldü. Temporal lob ile fronto-parietal loblar arasında önden arkaya, aşağıdan yukarı doğru oryantasyonu olan Silvian Fissür izlendi. Frontal lob sagital hatta paralel Süperior Frontal Sulkus ve İnferior Frontal Sulkus olmak üzere 2 adet sulkus ile üç girus ayrıldığı gözlendi. Bu giruslar Süperior Frontal Girus, Middle Frontal Girus ve İnferior Frontal Girustur. İnferior Frontal Girus ise Silvian Fissürün dalları olan Anterior Assending ve Anterior Horizontal dallar ile 3 parçaya ayrılmaktadır. Bu parçalar Presentral girusun anteriorunda bulunan Pars Operkülaris, üçgen biçimli Pars Triangularis ve Frontobazal alanda bulunan orbital giruslara komşu Pars Orbitalistir. Frontal lobun bu üç girusunun posteriorunda santral sulkusa paralel uzanım gösteren, presentral sulkus ve santral sulkus arasında yer alan Presentral girus bulunmaktadır. Santral Sulkusun posteriorunda ise presentral girusa paralel uzanan Postsentral girus yer almaktadır. Santral Sulkusla birbirinden ayrılan Presentral ve Postsentral Giruslar genellikle Silvian Fissür yakınlarında birleşmektedirler**(Resim 1A).**

Silvian Fissürün altında bulunan Temporal Lob Süperior Temporal Sulkus ve İnferior Temporal Sulkus ile 3 girusa ayrılmaktadır. Bu giruslar Süperior

Temporal Girus, Middle Temporal Girus ve İnferior Temporal Girustur**(Resim 1A)**.

Silvian Fissürün en süperior ve posterior noktasında kendisini çepeçevre saran girus Supramarginal Girustur ve hemen posteriorunda Anguler Girus izlenmektedir**(Resim 1A)**.

Anatomik landmarkları belirledikten sonra U liflerini açığa çıkarmak için aspiratör ve disektör yardımı ile serebral korteks dekortike edildi. Dekortikasyon sırasında Presentral ve Postsentral Giruslar korundu. İnferior Frontal Girusun Operküler bölgesi korunurken, Middle Frontal Girusa bakan yüzeyi dekortike edildi. Süperior Frontal Girus da benzer şekilde Middle Frontal Girus'a bakan tarafı dekortike edilirken, İnterhemisferik yüzeyi korundu. Presentral ve Postsentral Girusun arkasında Supramarginal ve Angular Giruslar dekortike edildi. Supramarginal Girusun serebral operküle bakan kısımları korundu. Temporal Lobda ise Middle Temporal Girusun tamamı dekortike edilirken, Süperior Temporal Girusun Operküler yüzeyi korundu. İnferior Temporal Girusun posterioru ve anteriorunun inferior yüzeylerindeki korteks yapıları korunurken, middle temporal girusa bakan yüzü dekortike edilmiştir**(Resim 1C)**. Böylece Presentral, Postsentral Giruslar, İnferior Frontal Girusun Operküler Yüzü ve Süperior Temporal Girusun Operküler yüzü Landmark olarak kalacak şekilde beynin diğer bölgelerindeki korteks kaldırılarak U Lifler açığa çıkarılmıştır.

Frontal bölgedeki U lifler spatula ve disektör yardımı ile kaldırıldığında SLFII(Süperior Longutudinal Faskül II) ve SLFIII(Süperior Longutudinal Fasikül

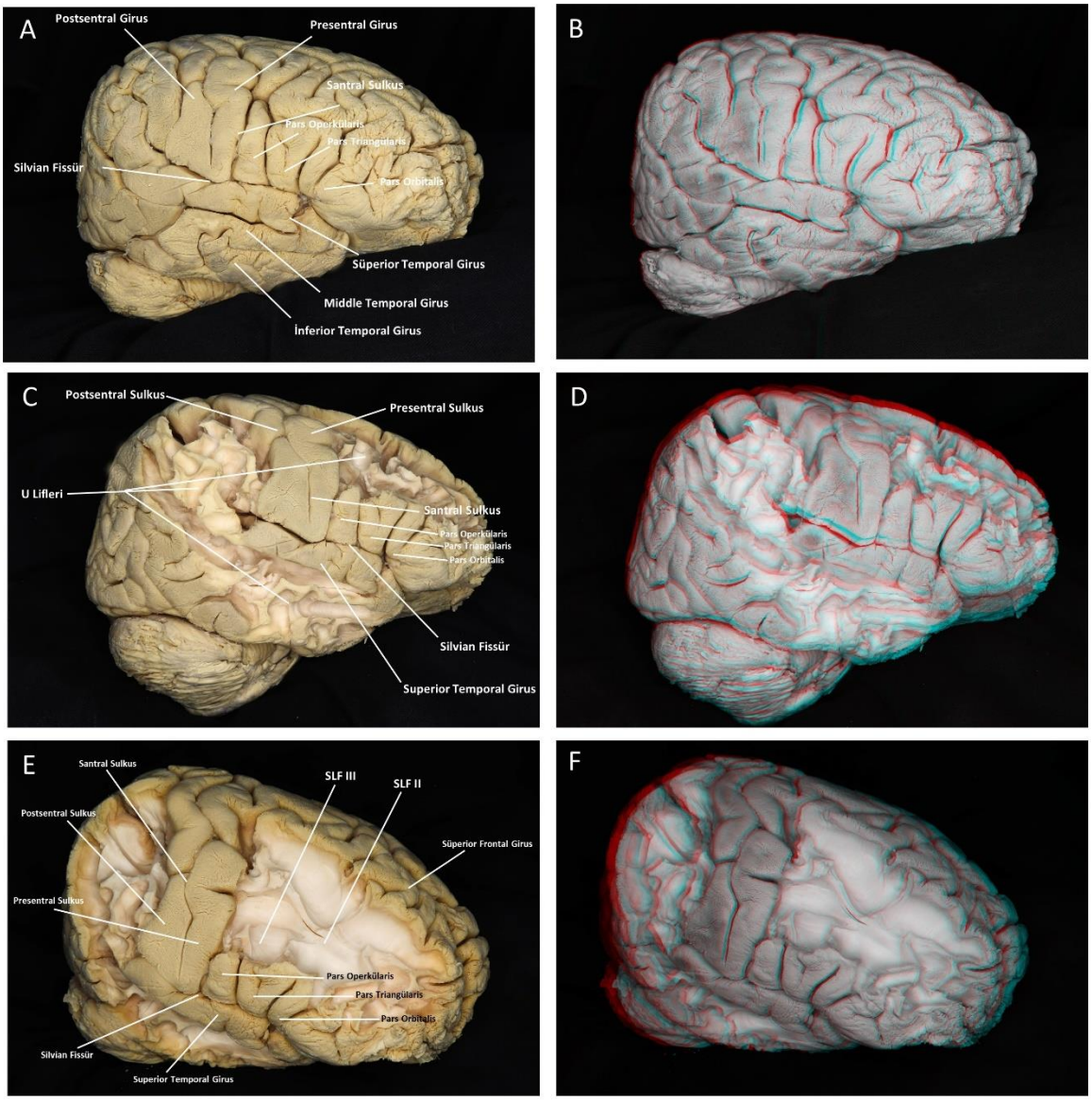
III) liflerinin frontal bölgedeki uzanımları görüldü. Korunan Presentral girusa kadar SLF lifleri takip edilerek açığa çıkarıldı**(Resim 1E).**

Temporal bölgedeki U liflerin kaldırılması ile Arkuat Fasikülün temporaldeki kısmı izlendi. Silvian Fissür posteriorunda ark yaparak tekrar anteriora dönen Arkuat Fasikül görüldü**(Resim 2A)**.

Postsentral Girusun posteriorundaki Supramarginal ve Angular Girus derinindeki U Liflerin de kaldırıması ile SLF liflerinin posterior kısımları ayrıca Arkuat fasikülün silvian fissür çevresindeki parçaları açığa çıkarıldı. Bu aşamada SLF lifleri presentral girusun önündeki ve postsentral girusun arkasındaki bölümlerinin devamlılık arz ettiği gözlendi**(Resim 2C)**.

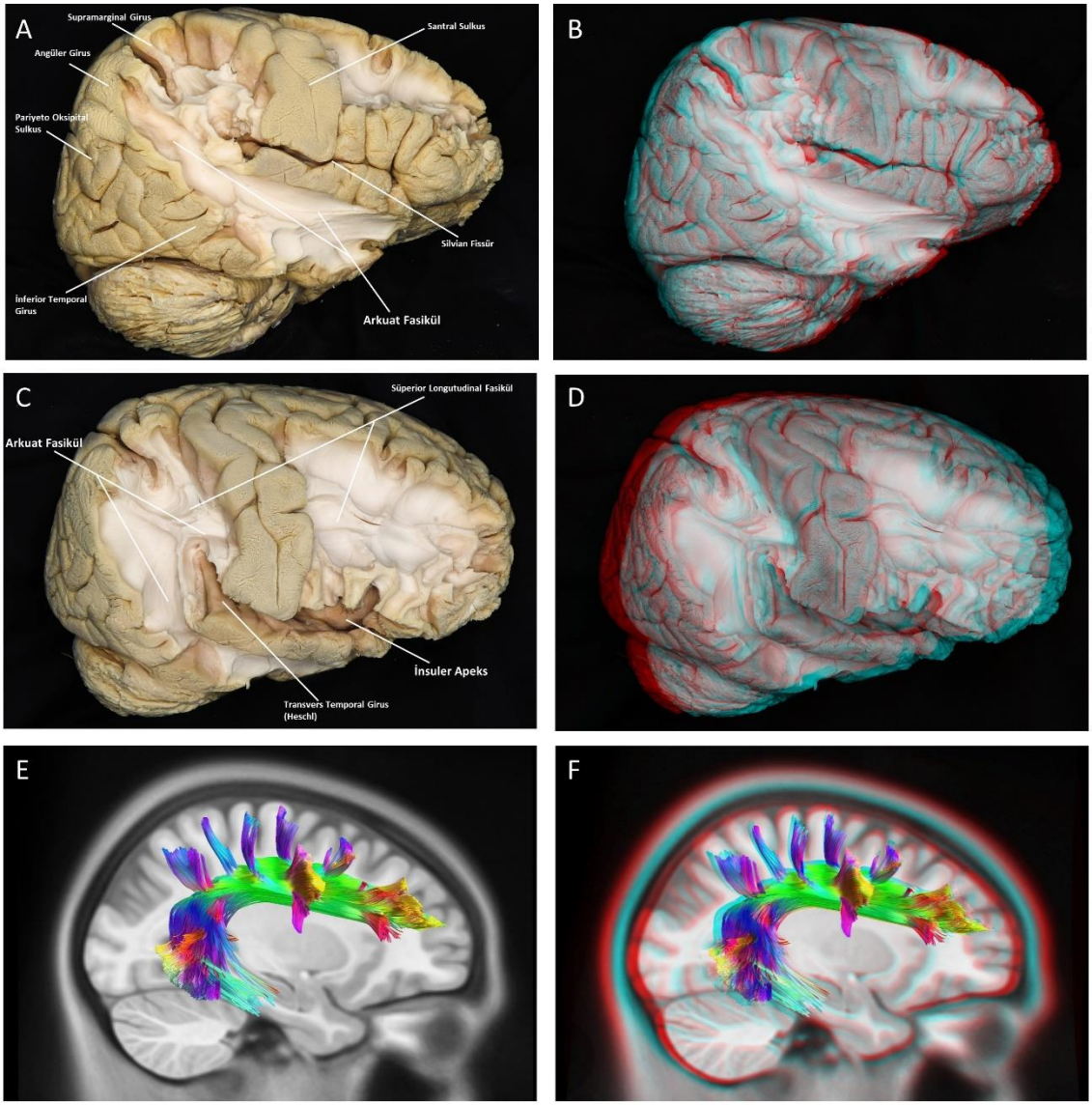
İnferior Frontal Girusun parçaları olan Pars Operkülaris, Pars Triangülaris ve Pars Orbitalisin de dekortike edilmesi bu bölgedeki U lifler gözlenmiş ayrıca Frontal operkülün dekortike edilmesi sebebiyle İnsula Apeksi görülmüştür. Temporal Lobun süperior yüzeyinde uzanan Tranvers Temporal Girus diğer adıyla Heschl Girusu gözlenmiş ve korunmuştur**(Resim 2C)**.

Bu aşamaya kadar beynin lateral yüzünde yer alan Süperior Longutudinal Fasikül ve Arkuat Fasikül Traktografi ile gösterilmiştir**(Resim 2C)**.



Resim 1 A.Lateralden Beynin Sulkal ve Gyral Anatomisi. Frontal ve Parietal Loblar arasından uzanan Santral Sulkus ve Temporal ve Frontoparietal Loblar arasında uzanan Silvian Fissür görülmektedir. Frontal Lob Süperior ve İnferior Frontal Sulkuslar ile Süperior Frontal, Middle Frontal ve İnferior Frontal olmak üzere üç adet Girusa ayrılır. İnferior Frontal Girus Silvian Fissürün Anterior Assending ve Anterior Horizontal Ramuslar ile 3 parçaya ayrılır, bu parçalar posteriordan anteriora doğru Pars Operkülaris, Pars Triangülaris ve Pars Orbitalistir. Santral Sulkus ve Presentral Sulkus arasında Presentral Girus uzanmaktadır. Santral sulkus posteriorunda Postsentral Girus bulunmaktadır. Silvian Fissür posterior noktasında fissürü arkadan çevreleyen Supramarginal Girus bulunmaktadır. Posteriorunda ise

Anguler Girus vardır. Temporal Lob ise Superior ve İnferior Temporal sulkuslar ile Superior, Middle ve İnferior Temporal Giruslara ayrılmaktadır. B. Şekil1A'nın 3 stereoskopik (3 Boyutlu) görüntüsü.(Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C. Presentral, Postsentral, İnferior Frontal ve Süperior Temporal Girus korteksleri ve operküler bölge korteksi korunarak diğer bölgelerin dekortikasyonu ile görülen U lifler. D.Sekil 1C stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E. Frontal bölgedeki dekortikasyonun ardından U lifler kaldırılarak görülen Süperior Longutudinal Fasikül (SLF) lifleri. F.Şekil 1E nin Stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)



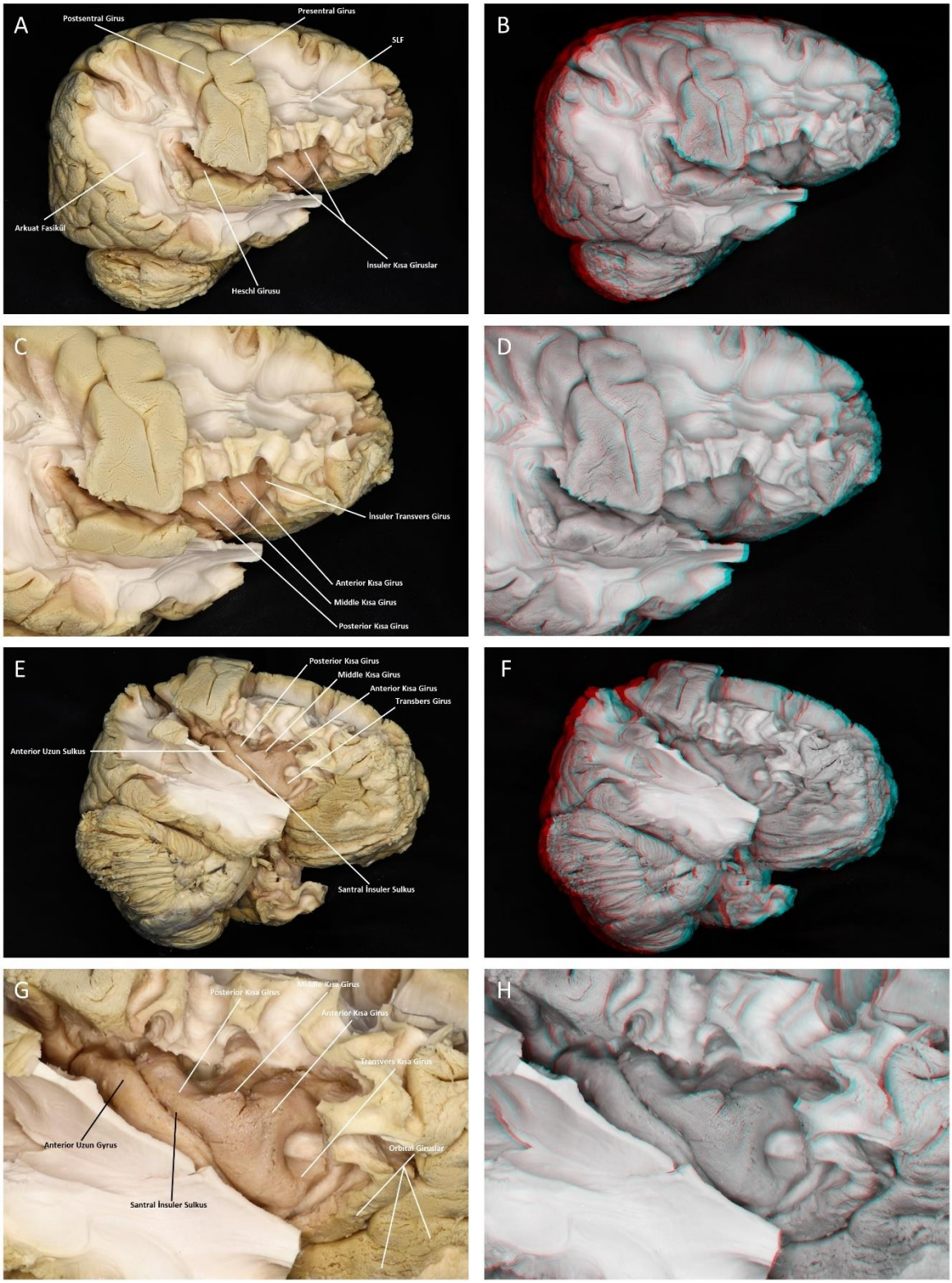
Resim 2 A. Middle Temporal Girus altındaki U liflerin kaldırılmasıyla Arkuat Fasikül temporal bölge lifleri açığa çıkmıştır. B.Şekil 2A Stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C. Supramarginal ve Anguler Girus altındaki U liflerinin kaldırılması ile Arkuat fasikülün Silvian Fissür arkasından yaptığı ark görülmektedir. Ayrıca Middle Frontal Girus derininde ortaya çıkarılan SLF liflerinin Postsentral Girus gerisindeki devamı görülmektedir.Frontal Operkülün de dekortike edildiği bu aşamda derinde İnsuler korteks görülmektedir. D.Şekil 2C nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Bu aşamaya kadar bahsedilen özellikle Superior Longutudinal Fasikül ve Arkuat Fasikülün Traktografik görüntüsü. F.Şekil 2E'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

Arkuat ve SLF lifleri görüldükten sonra Frontoparietal operkül ve Temporal Operkül dekortike edilmiştir. Temporal operkül dekortike edilirken Transvers Temporal Girus (Heschl) korunmuştur. Operküldeki kortikal yapıların alınmasının ardından insula daha net bir şekilde görülmüştür. İnsulanın da aynı serebral korteks gibi santral bir sulkusla ikiye ayrıldığı görülmüştür. Bu sulkus Santral İnsuler Sulkus olarak adlandırılmaktadır. Bu sulkusun seyri büyük ölçüde Santral Sulkusa paralellik gösterse de açı olarak daha yatay bi seyir göstermektedir**(Resim 3 G)**.

Santral İnsuler Sulkus İnsulayı anterior ve posterior olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Anterior insulada 3 adet, posterior insulada ise 2 adet girus yer almaktadır. Santral insuler sulkusun önündeki giruslar kısa olduğu için Anterior kısa girus, Middle kısa girus ve Posterior kısa girus olarak isimlendirilir. Santral insuler sulkusun arkasındaki giruslar kısa olması sebebiyle Anterior uzun girus ve Posterior uzun girus olarak adlandırılırlar**(Resim 3 G)**.

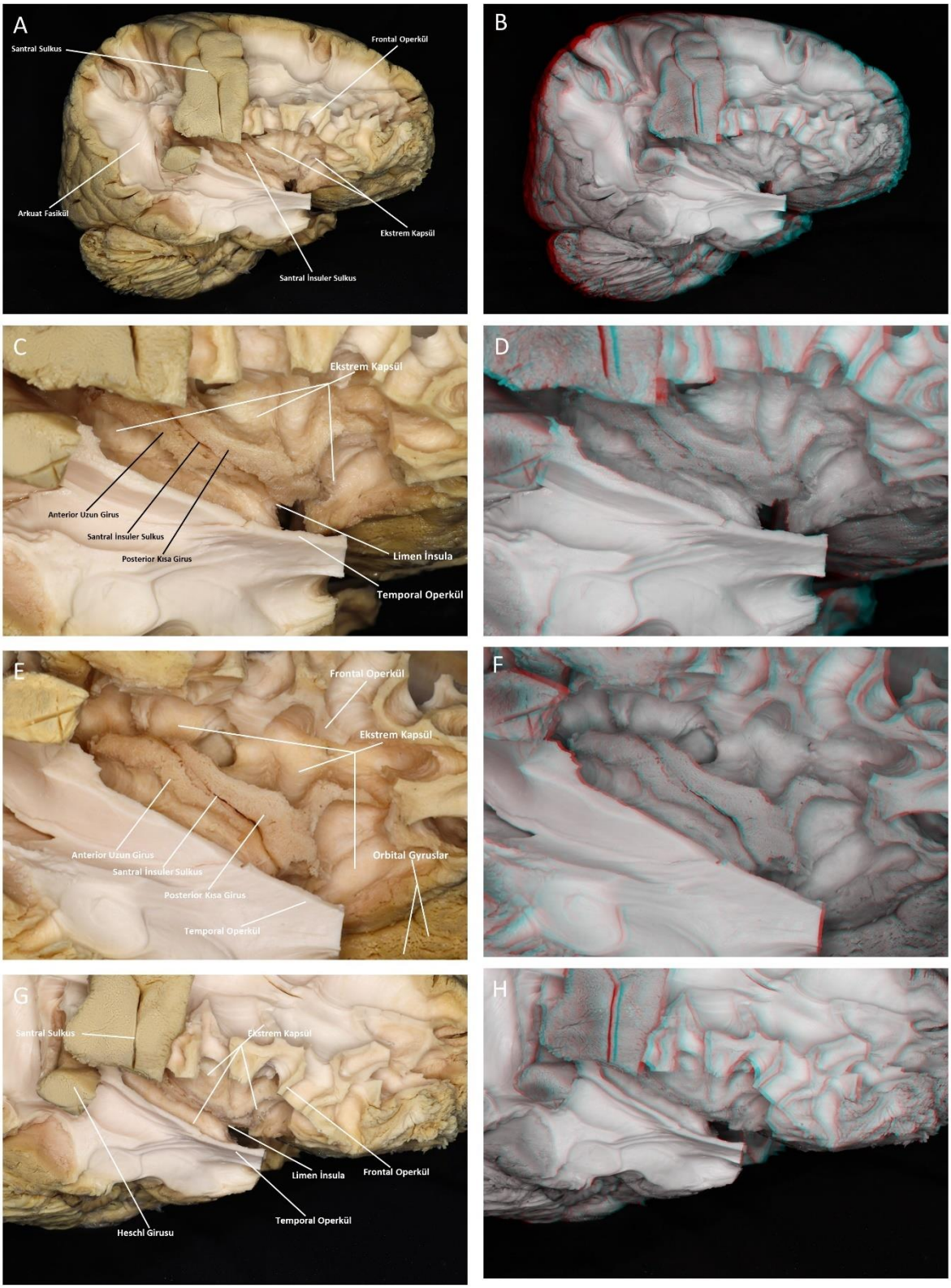
Silvian fissürün operküloinsuler ve sfenoidal kompartmanlarının kesişim yerinde yer alan, temporal polden frontobazal bölgeye bir ark yapan yapı limen insula olarak isimlendirilir.

5 adet bulunan kısa ve uzun girusların haricinde bir de limen insuladan başlayarak orbitofrontal kortekse doğru uzanan İnsular Tranvers Girus bulunmaktadır**(Resim 3 G)**.


A
Postsentral Girus
Presentral Girus
SLF
Arkuat Fasikül
İnsuler Kısa Giruslar
Heschl Girusu
B
C
İnsuler Transvers Girus
Anterior Kısa Girus
Middle Kısa Girus
Posterior Kısa Girus
D
E
Posterior Kısa Girus
Middle Kısa Girus
Anterior Kısa Girus
Transbers Girus
Anterior Uzun Sulkus
Santral İnsuler Sulkus
F
G
Posterior Kısa Girus
Middle Kısa Girus
Anterior Kısa Girus
Transvers Kısa Girus
Anterior Uzun Gyrus
Orbital Giruslar
Santral İnsuler Sulkus
H

Resim 3 A. Frontoparietal ve Temporal Operkül dekortike edildikten sonra İnsuler korteks görülmektedir. Transvers Temporal Girus (Heschl) korunmuştur. B. Resim 3A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C,E,G. İnsula santral sulkusa paralel olan santral insuler sulkus isimli sulkusla anterior ve posterior olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İnsuler Santral Sulkusun anteriorundaki giruslar kısa olması sebebiyle Anterior Kısa Girus, Middle Kısa Girus ve Posterior Kısa Girus olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Posteriordaki giruslar ise Anterior Uzun Girus ve Posterior Uzun Girus olarak adlandırılmaktadır. Silvian Fissür insulaoperküler kompartmanı ile sfenoid kompartmanı kesişim bölgesinde yer alan ve temporopolar bölgeyi frontobazal bölgeye bağlayan ark şeklindeki bölgeye Limen İnsula denmektedir. Limen İnsuladan frontobazal bölgeye uzanan girus ise Transvers İnsuler Girus olarak isimlendirilir. B,D,F,H stereoskopik görüntüler. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

İnsuler yapılar ortaya konulduktan sonra, Santral İnsuler Sulkusdaki kortikal yapılar korunarak insuler korteks dekortike edilmiştir. Santral İnsuler Sulkus referans noktası kalacak şekilde, dekortikasyon sonrası ekstrem kapsül ak madde lifleri gözlenmektedir. Bu noktada ekstrem kapsül liflerinin çevre operküler alanlara doğru uzanan U lifleri olduğu gözlenmiştir**(Resim 4C)**.

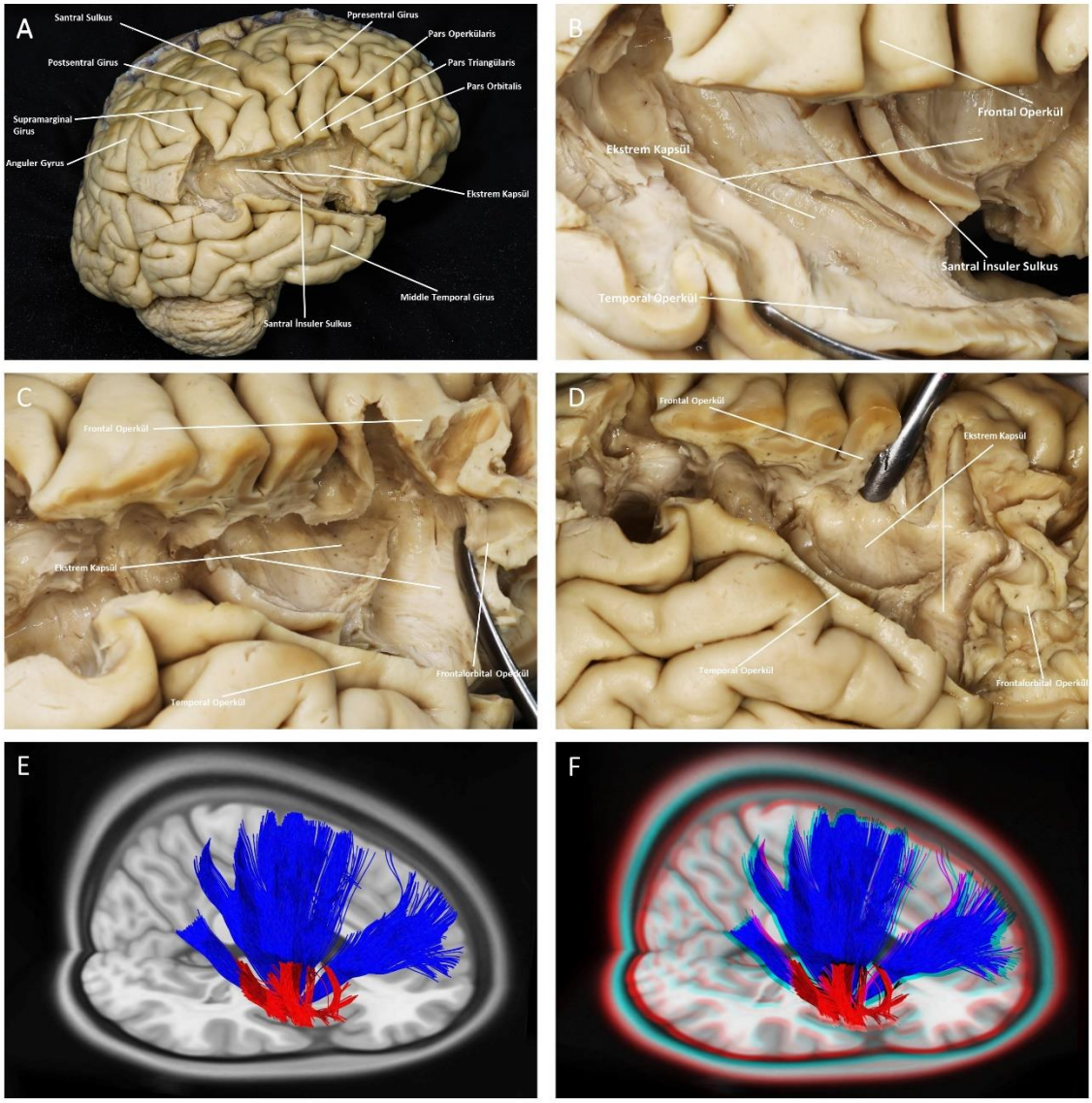

A
Santral Sulkus
Frontal Operkül
Arkuat Fasikül
Ekstrem Kapsül
Santral İnsuler Sulkus
B
C
Ekstrem Kapsül
Anterior Uzun Girus
Santral İnsuler Sulkus
Posterior Kısa Girus
Limen İnsula
Temporal Operkül
D
E
Frontal Operkül
Ekstrem Kapsül
Anterior Uzun Girus
Santral İnsuler Sulkus
Posterior Kısa Girus
Orbital Gyruslar
Temporal Operkül
F
G
Santral Sulkus
Ekstrem Kapsül
Limen İnsula
Frontal Operkül
Temporal Operkül
Heschl Girusu
H

Resim 4 A. Santral sulkus, çevresindeki presentral ve postsentral girusun aynı zamanda Transvers Temporal Girusun (Heschl) korunduğu spesmende insuler korteks dekortike edilerek ekstrem kapsül ortaya çıkarılmıştır. Santral insuler sulkus korunarak referans noktası olarak kalması sağlanmıştır B. Resim 4A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C.Resim 4A'nın yakın çekim görüntüsü. D.Resim 4C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Ekstrem kapsül inferolateral açıdan görüntüsü, frontal operküle uzanan dallar görülmektedir. F.Resim 4E'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) G.Ekstrem kapsülün süperolateralden görüntüsü temporal operküle uzanan lifler gözlenmektedir. H.Resim 4G'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

Başka bir spesmende yalnızca operkülum ve insular korteks dekortike edilmiş, geri kalan kortikal yapılar korunmuştur. Böylece ekstrem kapsül ile çevre anatomik bölgeler arasındaki ilişki gösterilmiştir**(Resim 5A)**.

Daha sonra çevre operkül disektör yardımı ile ekarte edilerek ekstrem kapsülden operküler yapılara uzanan lifler gösterilmiştir. Resim 5B'de temporal operkül ekarte edilmiş ve bu bölgeye uzanan ekstrem kapsül lifleri gösterilmiştir. Resim 5C'de frontoorbital operkül ekarte edilmiş ve bölgeye gelen ekstrem kapsül lifleri gösterilmiştir. Şekil 5D'de ise frontoparietal operkül ekarte edilerek ekstrem kapsülden bu yönde uzanan lifler izlenmiştir.

Yapılan DTI çalışmaları ile bu disekyonlar radyolojik olarak da desteklenmiştir. Ekstrem kapsülün eksternal kapsül gibi uzun bir trajeksiyon lifi olmadığı, operkülüm ve komşu insuler giruslar arasındaki U liflerden oluştuğu görülmektedir.



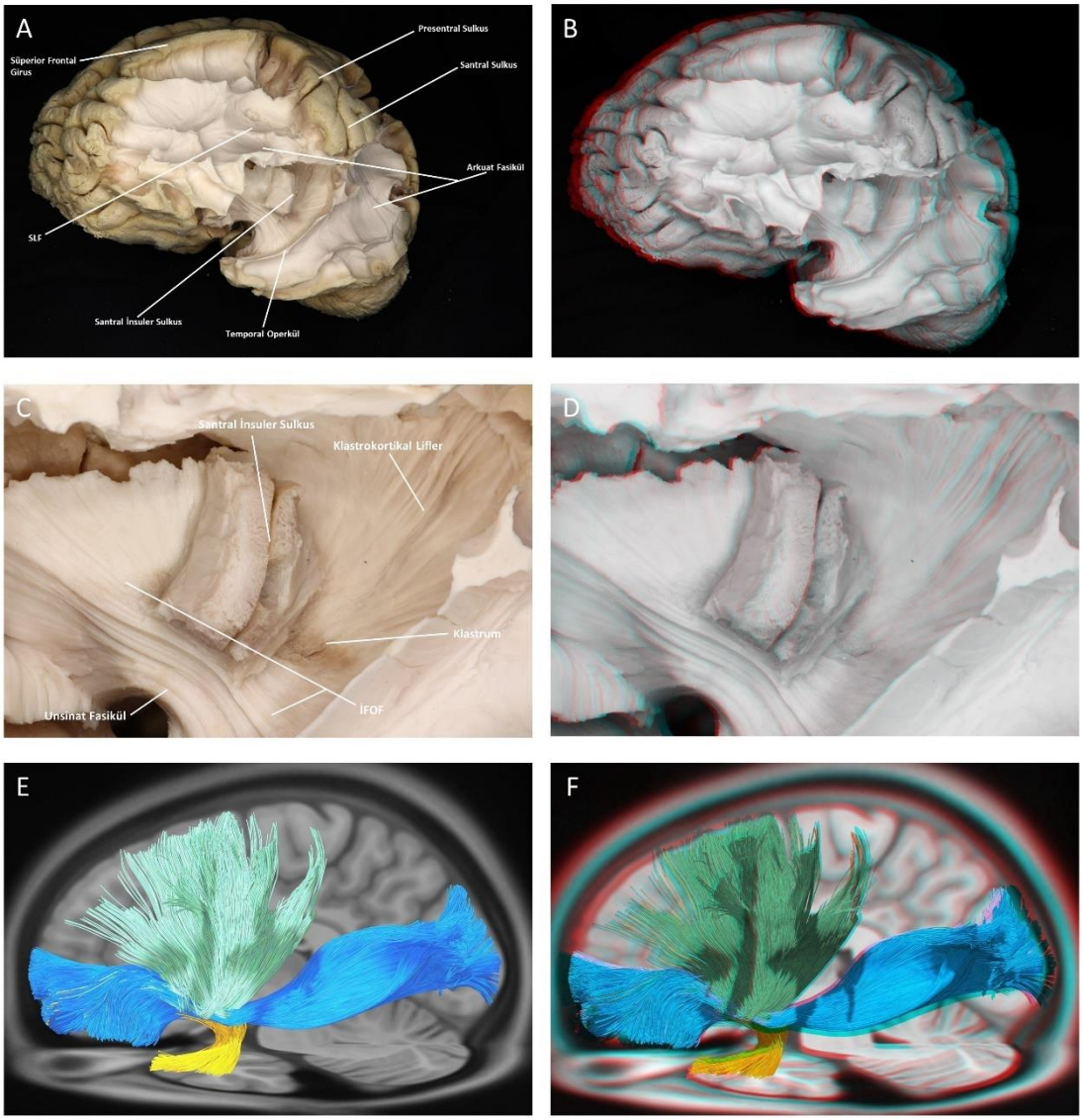
Resim 5 A. Operküler bölge ve insula dekortikasyonu yapılan spesmenin lateralden görüntüsü. Santral insuler sulkus çevresindeki gri madde korunarak ekstrem kapsül açığa çıkarılmıştır. B.Temporal operkül ekarte edilerek bu bölgeye uzanan ekstrem kapsül lifleri gözlenmektedir. C. Frontoorbital Operkül disektör yardımı ile ekarte edilerek frontoorbital bölgeye uzanan ekstrem kapsül lifleri gösterilmiştir. D.Frontoparietal operkül ekarte edilerek bu bölgeye uzanan ekstrem kapsül lifleri gösterilmiştir. E.Traktografi'de Ekstrem Kapsül (Kırmızı) ve Eksternal Kapsül (Mavi) gösterilmiştir. Ekstrem kapsülün eksternal kapsülün aksine yalnızca komşu insuler girusları ve komşu operküler alanlarla insuler giruslar arasındaki U liflerden oluştuğu gözlenmektedir. F.Resim 5E'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

Ekstrem kapsül liflerinin disektör ve spatula yardımı ile kaldırılmasının ardından eksternal kapsül lifleri açığa çıkarılmıştır. Bu lifler limen insula düzeyinde frontopolar alanlarla temporopolar alanları birbirine bağlayan at nalı şeklindeki Unsinat Fasikül, Unsinat fasikülün dorsalinde yer alan limen insula düzeyinde papyon biçiminde daralan İnferior Fronto Oksipital Fasikül (İFOF) ve eksternal kapsül lifleri arasındaki gri madde topluluğu olan Klastrumdan başlayarak üst kortikal yapılara lifler götüren Klastro-kortikal liflerden oluşmaktadır. Bu aşamada Santral İnsuler Sulkus çevresinde bırakılan insuler korteks halen korunarak anatomik landmark olarak kullanılmıştır**(Resim 6 A-C)**.

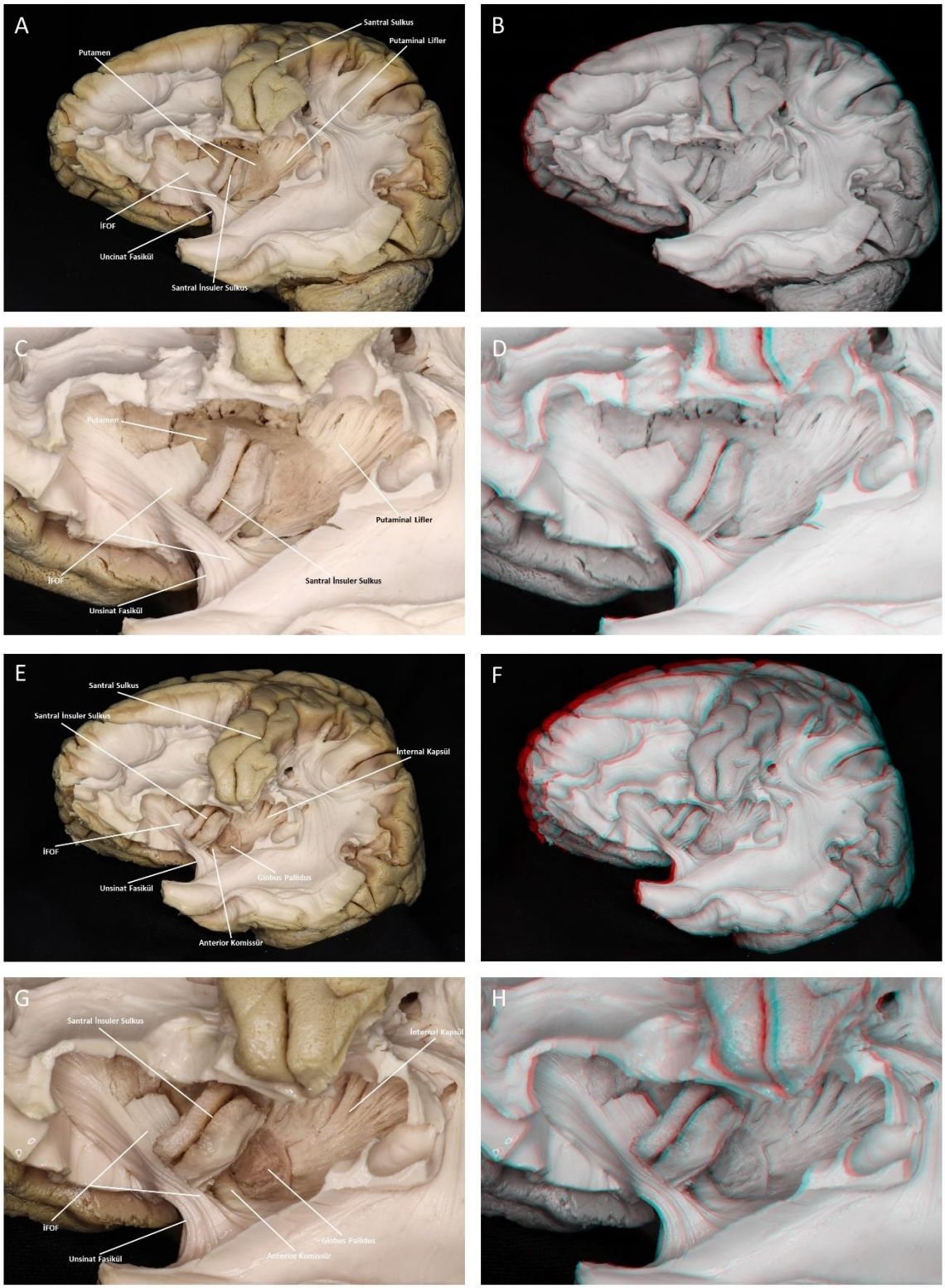
Anatomik diseksiyonlar eksternal kapsül düzeyindeki liflerin gösterildiği DTI çalışmaları ile desteklenerek anatomidekine benzer lifler radyolojik olarak da gözlenmiştir**(Resim 6E)**.

Diseksiyonun ilerleyen aşamasında Klastrum, İFOF'un dorsal kısımları ve Klastrokortikal liflerin ventral kısımlarının kaldırılmasıyla Putamen açığa çıkarılmıştır, Klastrokortikal liflerin dorsal kısımlarının kaldırılmasıyla ise putaminal lifler gözlenmiştir**(Resim 7A-C)**.

Daha sonra putamen ve putaminal liflerin de dikkatlice kaldırılmasıyla daha derin de Globus Pallidus ve İnternal Kapsül ortaya çıkarılmıştır. Globus Pallidus ventralinde Anterior Kommisür'ün lifleri gözlenmiştir**(Resim 7E-G)**.



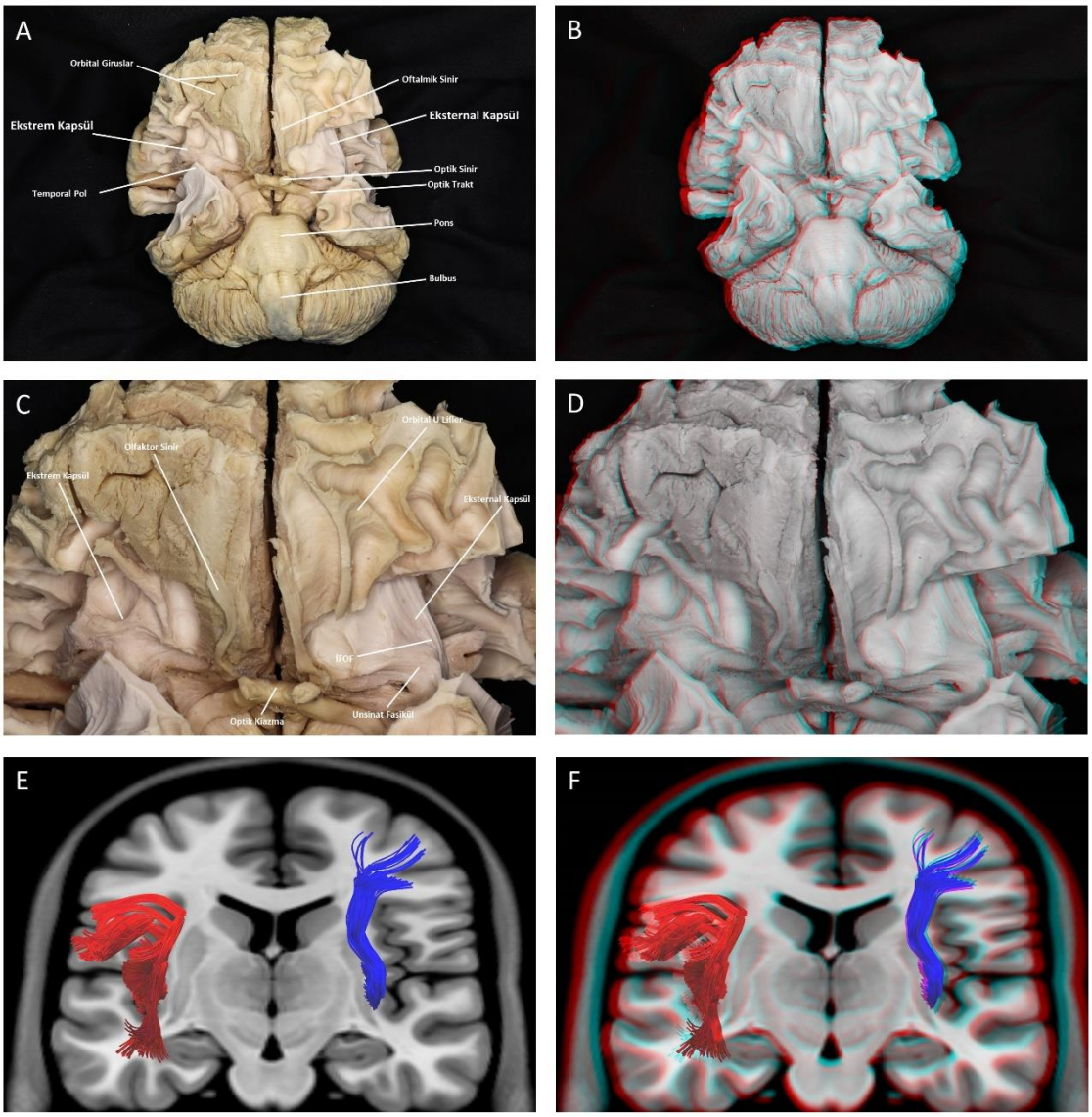
***Resim 6** A.Ekstrem kapsül lifleri kaldırıldıktan sonra ortaya çıkan eksternal kapsül liflerinin lateral anteroinferiordan görünüşü. Santral insuler sulkus çevresindeki kortikal yapılar korunmuştur. Temporal, frontoparietal ve frontoorbital operküller korunmuştur. C.Eksternal kapsülü oluşturan Unsinat, İnferior Fronto Oksipital Fasikül(İFOF) ve Klastrokortikal liflerin yakından görünüşü. Unsinat Fasikül frontoorbital korteksle temporopolar korteksi birbirine bağlayan at nalı şeklindeki lif demetidir. İFOF ise Frontal bölgeyi okspital bölgeye bağlayan limen insula düzeyinde daralarak papyon şeklini alan lif demetidir. Eksternal kapsül içerisinde gri madde topluluğu olan klastrumdan başlayarak üst kortikal merkezlere uzanan lifler Klastrokortikal lifleri oluşturmaktaddır. B.D. Resim A ve C'nin stereoskopik görüntüleri. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Anatomik diseksiyonun traktografi ile desteklenen görüntüsü; Sarı:Unsinat Fasikül, Mavi: İFOF, Yeşil: Klastrokortikal Lifler (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)*


A
Santral Sulkus
Putaminal Lifler
Putamen
İFOF
Uncinat Fasikül
Santral İnsuler Sulkus
B
C
Putamen
Putaminal Lifler
İFOF
Santral İnsuler Sulkus
Unsinat Fasikül
D
E
Santral Sulkus
Santral İnsuler Sulkus
İnternal Kapsül
İFOF
Globus Pallidus
Unsinat Fasikül
Anterior Komissür
F
G
Santral İnsuler Sulkus
İnternal Kapsül
İFOF
Globus Pallidus
Unsinat Fasikül
Anterior Komissür
H

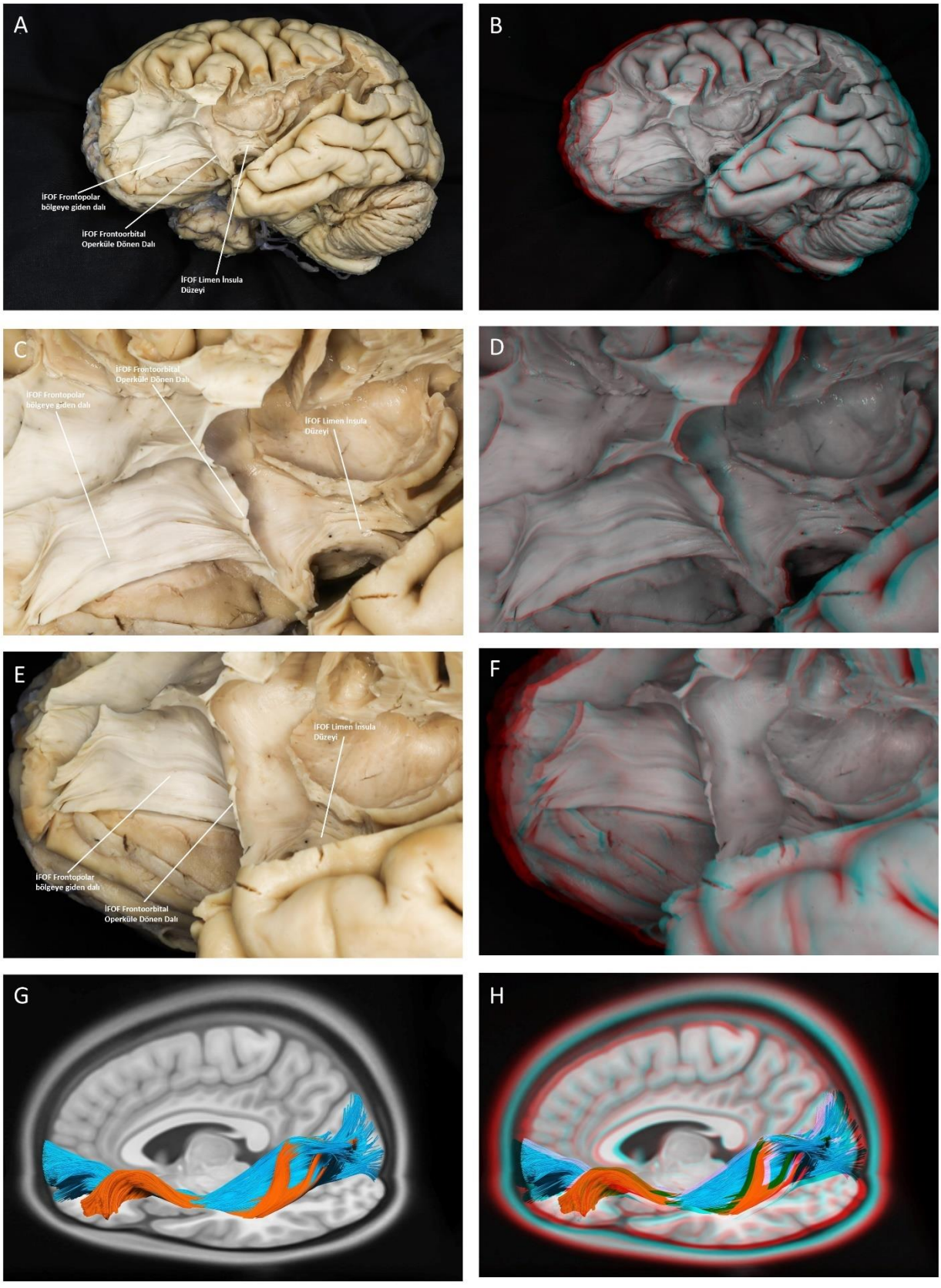
Resim 7 A. Eksternal kapsül liflerinin dorsal kısımları kaldırılarak Klastrum ve Ventral Klastrokortikal liflerin derininde putamen gözlendi. Klastrokortikal liflerin frontoparietal operküle yakın dorsal kısımları kaldırıldığında ise putamenden çıkmakta olan putaminal lifler görüldü. Diseksiyonun bu aşamasında ventral Eksternal kapsül korundu, aynı spesmen üzerinde putaminal lifler, putamen, İFOF, Unsinat ve Santral İnsuler Sulkus görülmektedir. B.Resim 7A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C. Resim 7A'nın yakın çekim görüntüsü. D.Resim 7C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E. Putaminal Lifler ve Putamenin de kaldırılmasıyla derinde yer alan İnternal Kapsül ve Globus Pallidus dokularının görüntüsü. Globus Pallidus ventralinden laterale doğru uzanan anterior kommisür lifleri ortaya çıkarılmıştır. F.Resim 7E nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) G. Resim 7E'nin yakın çekim görüntüsü H.Resim 7G'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

Bu aşamada kullanılan bir spesmende serebrumun sağ tarafındaki diseksiyon ekstrem kapsül düzeyinde bırakılmışken, sol hemisferde ekstrem kapsül kaldırılarak eksternal kapsül lifleri açığa çıkarılmıştır. Anteroinferiordan fotoğraflama yapılarak her iki hemisferin yani eksternal ve ekstrem kapsülün kıyaslanma imkanı yakalanmıştır. Bu aşamada ekstrem kapsülün olduğu tarafta U lifler görülürken, karşı tarafta İFOF ve Unsinat fasikül gibi derin assosiasyon liflerinin olduğu görülmüştür.

Eksternal Kapsül düzeyinde yapılan Operkülo-insuler dekortikasyon sonrası Frontoorbital bölge korteksinin dekortike edilmesiyle İnferior Fronto-Oksipital Fasikül (İFOF) liflerinin frontopolar alana gelen kısımları gözlendi. Limen insula düzeyindeki yüzeyel İFOF yaprağının frontoorbital operküle 90 derecelik bir açıyla döndüğü görüldü. Böylece limen insula düzeyinden gelen İFOF frontale doğru giderken yüzeyel yaprağının dik bir şekilde laterale dönerek frontoorbital operküle gittiği, derin yaprağının ise operkülümün altından frontopolar alana devam ettiği gözlendi**(Resim 9)**.



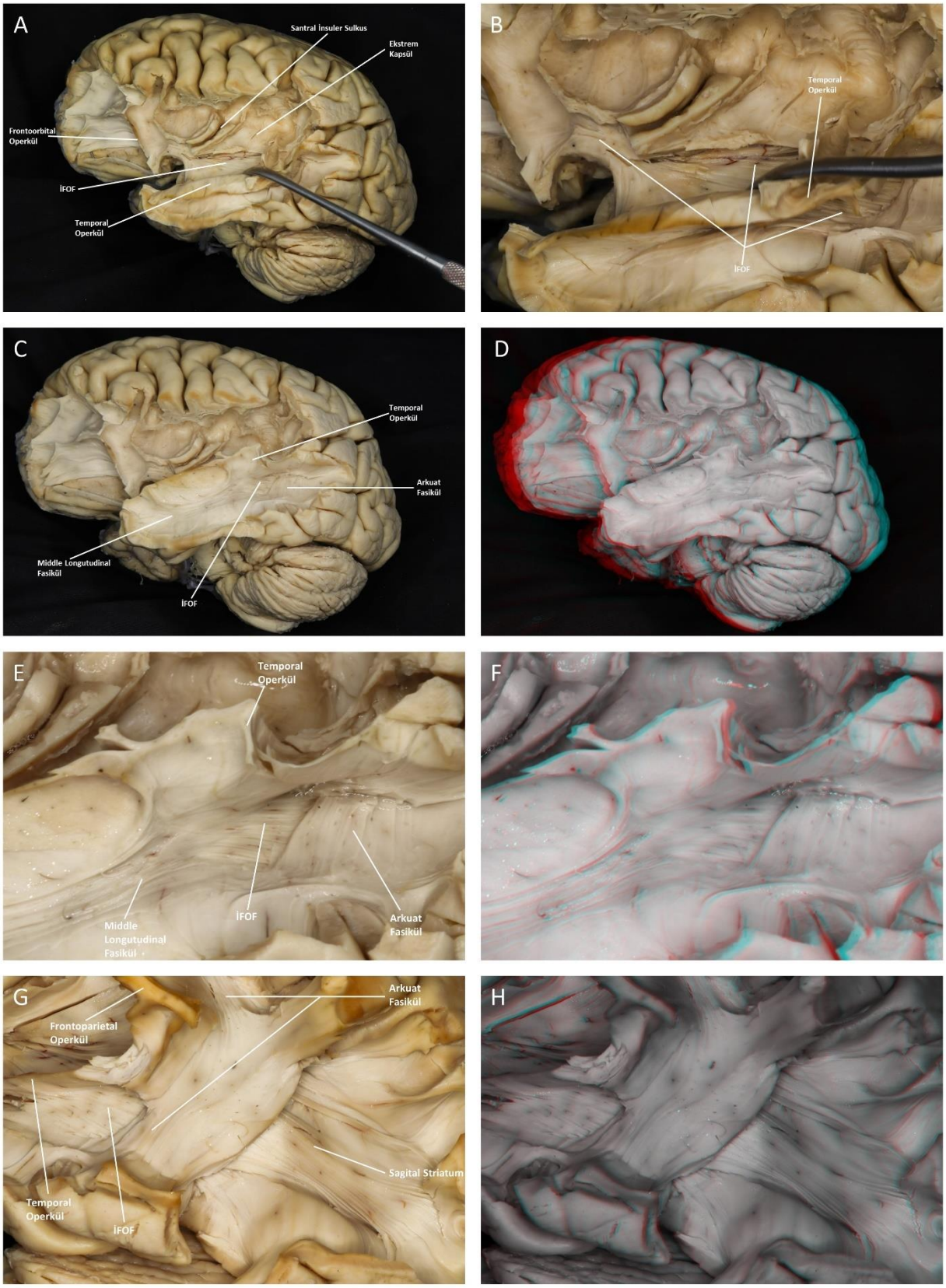
Resim 8 A. Sağ hemisfer diseksiyonu ekstrem kapsül düzeyinde, sol hemisfer diseksiyonu eksternal kapsül düzeyinde bırakılmıştır. Anteroinferiordan çekilen fotoğrafla ekstrem ve eksternal kapsül lifleri karşılaştırılmıştır. Eksternal kapsül İFOF, Unsinat fasikül gibi uzun assosiasyon liflerinden oluşurken, ekstrem kapsül komşu operküler ve insular giruslar arasındaki U liflerinden oluşmaktadır. Resimde Olfaktör Sinir, Optik Sinir, Kiazma, Optik Trakt, Serebral Pedinküller, Pons ve Bulbus gibi önemli yapılar görülmektedir. B.Resim 8A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C.Resim 8A'nın yakın çekim resmi. D.Resim 8C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E. Anatomik çalışmanın traktografik görüntüsü, Mavi: Eksternal Kapsül, Kırmızı: Ekstrem Kapsül. F:Resim 8E'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)


A
İFOF Frontopolar bölgeye giden dalı
İFOF Frontoorbital Operküle Dönen Dalı
İFOF Limen İnsula Düzeyi
B
C
İFOF Frontoorbital Operküle Dönen Dalı
İFOF Frontopolar bölgeye giden dalı
İFOF Limen İnsula Düzeyi
D
E
İFOF Limen İnsula Düzeyi
İFOF Frontopolar bölgeye giden dalı
İFOF Frontoorbital Operküle Dönen Dalı
F
G
H

Resim 9 A.Operkülo-insuler düzeyde eksternal kapsül düzeyine kadar diseksiyon yapıldıktan sonra Frontoorbital bölgedeki gri madde yapıları dekortike edilerek İnferior Fronto-Oksipital Fasikülün dalları ortaya çıkarılmıştır. Limen insula düzeyinde İFOF'un yüzeyel yaprağının 90 derecelik bir açıyla laterale dönerek frontoorbital operküle dal verdiği gözlenmiştir. Daha derinde kalan yaprağı ise düz bir şekilde frontopolar alana devam ederek "T" harfi şeklinde bir dallanma yapmtakdır. B.Resim 9A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C. Resim 9A'da açıklanan dallanmanın daha yakından ve hafif anteriordan çekilmiş görüntüsü, limen insula düzeyindeki İFOF'un yüzeyel yaprağı frontoorbital operküle dönerken, derin yaprağı düz bir şekilde frontopolar alana uzanım gösterir. D.Resim 9C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Resim 9A ve 9C'de bahsedilen İFOF dallanmasının posteriordan gösterilmesi. F.Resim 9E'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) G.Anatomik diseksiyonla gösterilen İFOF dallanmasının traktografik görüntüsü, Turuncu:İFOF Frontoorbital operküle dönen dalı, Mavi: Frontopolar bölgeye giden dalı. H:Resim 9G'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

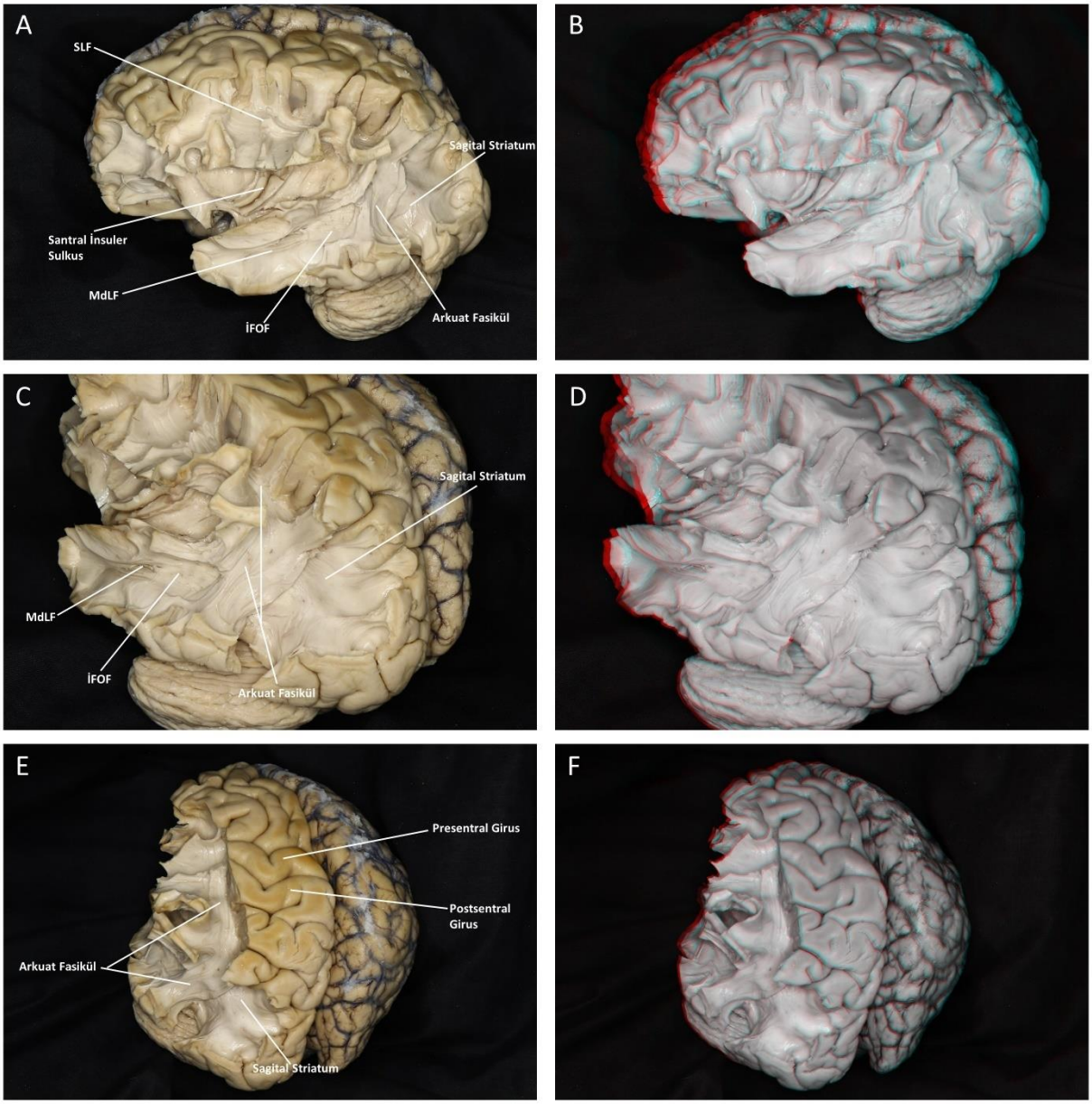
Frontoorbital operkül ve İFOF ilişkisi incelendikten sonra İFOF liflerinin temporal operkül ile ilişkisini de inceleyebilmek için temporal operkül korunarak Süperior Temporal ve Middle Temporal Giruslar dekortike edildi ardından U lifler kaldırılarak Limen İnsuladan gelerek posteriora doğru giden İFOF liflerinin temporal operkülün altından geçtiği, temporal operküle dal vermediği gözlendi. Temporal operkülün medialinden geçtikten sonra Arkuat fasikül mediyalinden geçerek sagital striatuma katıldığı gözlendi. Frontoorbital operkülden farklı olarak burada "T" şeklinde bir ayrım yapmadığı temporal operküle dal vermediği izlendi**(Resim 10)**.

Bu aşamada İFOF lifleri temporal operkül medialinden posteriora geçerken, Arkuat fasikül medialine geçmeden hemen öncesinde temporopolar alandan gelerek sagital striatuma katılacak olan Middle Longutudinal Fasikül lifleri ile birleştiği görülmüştür**(Resim 10)**.

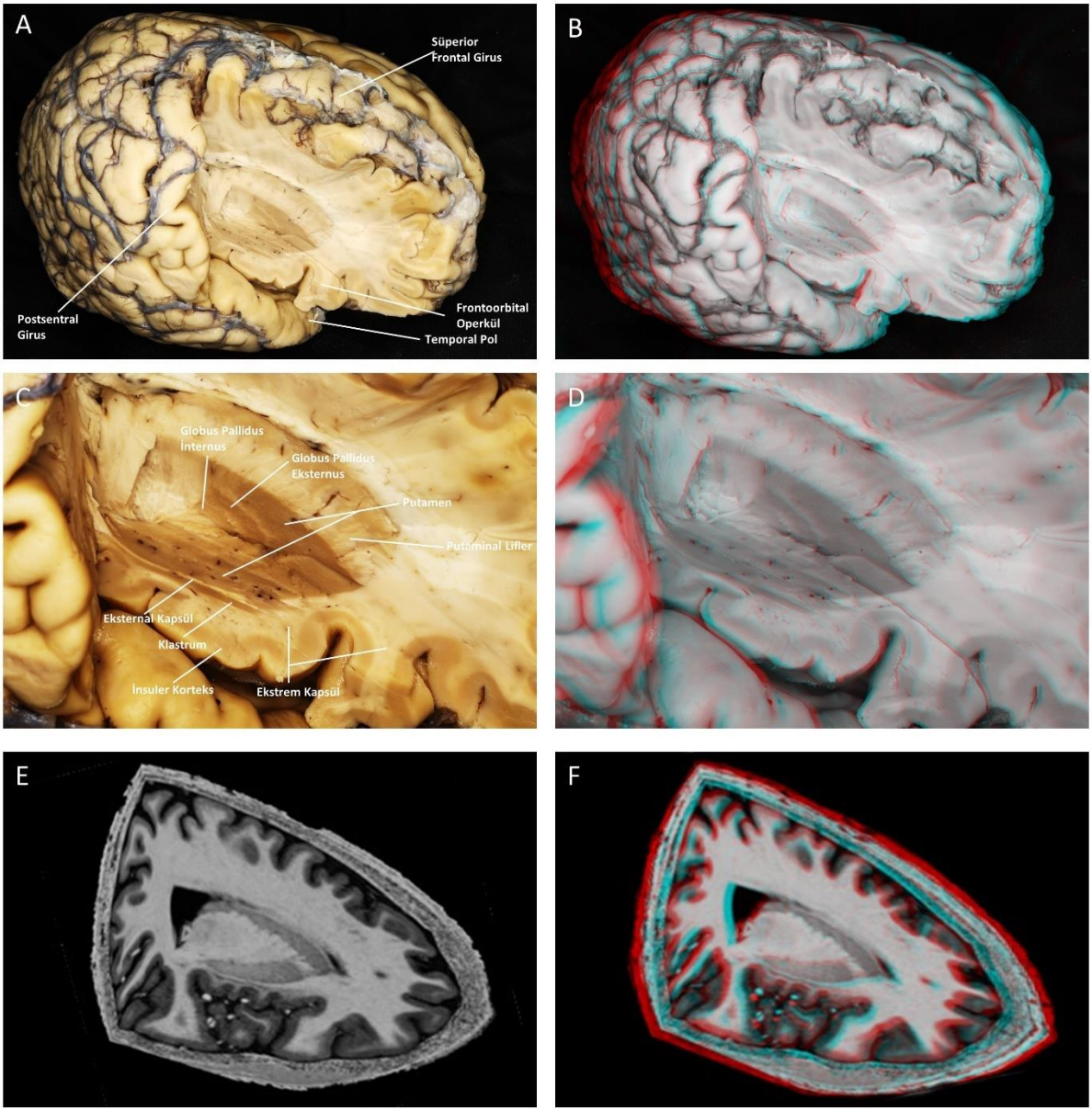

A
Santral İnsuler Sulkus
Ekstrem Kapsül
Frontoorbital Operkül
İFOF
Temporal Operkül
B
Temporal Operkül
İFOF
C
Temporal Operkül
Arkuat Fasikül
Middle Longutudinal Fasikül
İFOF
D
E
Temporal Operkül
İFOF
Middle Longutudinal Fasikül
Arkuat Fasikül
F
G
Arkuat Fasikül
Frontoparietal Operkül
Sagital Striatum
Temporal Operkül
İFOF
H

Resim 10 A. Bu diseksiyonda İFOF liflerinin temporal operkül ile olan ilişkisi gösterilmiştir. Disektör ile ekarte edilen temporal operkülün medialinden geçen İFOF lifleri görülmektedir. Frontoorbital operkülün aksine İFOF posteriora doğru ilerlerken temporal operkül düzeyinde laterale dal vermemektedir, tamamı temporal operkül medialinden inferoposteriora yönelerek arkuat fasikülün medialinden geçerek sagital striatuma katılmaktadır. B.İFOF liflerinin temporal operkül medialinden inferoposteriora yönelimini daha yakın bir resimden görmekteyiz. C. İFOF lifleri temporal operkül medialinden inferoposteriora yönlenirken Arkuat Fasikül liflerinin medialine erişmeden hemen önce Temporopolar bölgeden gelerek sagital striatuma katılmak üzere superioroposterior akslı Middle Longutudinal Fasikül lifleriyle karışmaktadır. D.Resim 10C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Temporal operkülü geçtikten sonra İFOF ve Middle Longutudinal Fasikül (MdLF) liflerinin arkuat fasiküle ulaşmadan önce birleşimleri yakın çekim olarak görülmektedir. F. Resim 10E'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) G. MdLF, İFOF ve Optik Radyasyon Liflerinin birleşimi ile oluşan Sagital Striatum Liflerinin Arkuat Fasikül korunarak gösterilmesi. H. Resim 10G nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)

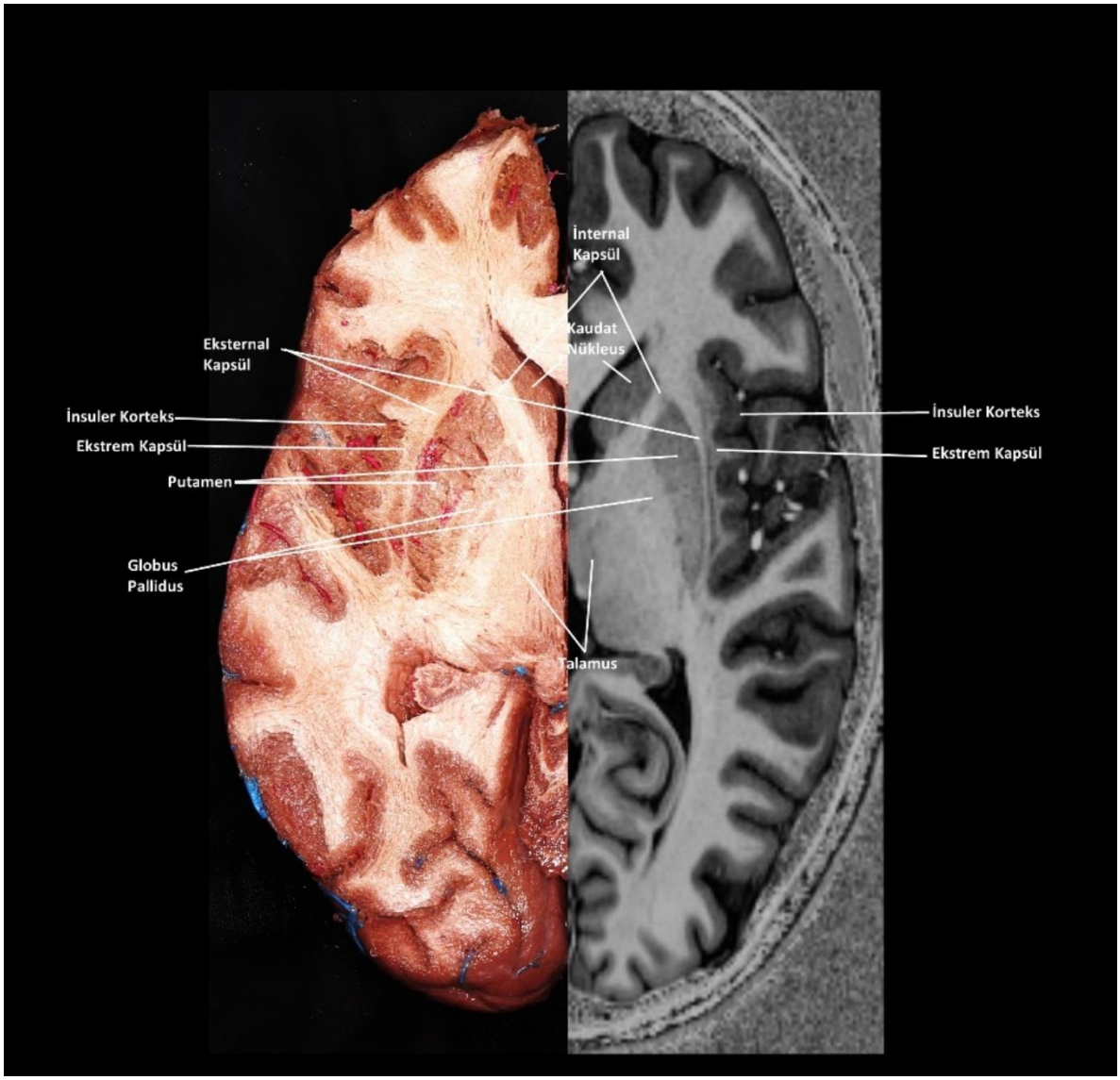
Diseksiyon ilereyen aşamalarında operkülo-insüler bölge eksternal kapsül düzeyinde diseke edildikten sonra Frontoorbital, Frontoparietal ve Temporal operkül ak maddesi korunarak çevre ak madde yolakları ile ilişkisi gösterilmiştir. Önceki spesmenlerin aksine presentral, postsentral ve süperior temporal girus korunmayarak bu bölgedeki Süperior longutudinal fasikül ve Arkuat fasikül ile operkülüm arasındaki ilişki gösterilmiştir**(Şekil 11)**.



Resim 11 A.Operkülo-insuler bölgede eksternal kapsül düzeyine kadar diseksiyon yapıldıktan sonra çevre kortikal yapılar bu kez operkülüm çevresindeki lif demetlerini kesintisiz göstermek için gri cevher korumadan diseke edilmiştir. Önceki diseksiyonlardan farklı olarak Süperior temporal girus, presentral ve postsentral girusun da operkülüm komşuluğundaki bölgeleri diseke edilmiş, böylece Süperior Longutudinal Fasikül (SLF) ve Arkuat Fasikül kesintisiz olarak gösterilmiş. Ayrıca operküllerin ak maddesi korunduğu için bu lif demetlerinin ile operkülüm ilişkisi gösterilmiştir. B. Resim 11 A'nın stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C.Operkülüm, SLF ve arkuat fasikül ilişkisinin Posterolateralden gösterilmesi. D. Resim 11D'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Arkuat Fasikül, Sagital Striatum ve Frontoparietal operkülüm ilişkisinin süperiordan gösterilmesi F. Resim 11E'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)



Resim 12 A.Ekstrem kapsül ve operkülüm ilişkisi üç boyutlu olarak gösterilmiştir. Bütün olarak alınan hemisfer sagital düzlemde Süperior Frontal Sulkus, koronal düzlemde santral sulkus, aksiyel düzlemde ise silvian fissür düzeyinden kesilerek prizma şeklindeki parenkim çıkarılmıştır. Geriye kalan parenkimde sırayla lateralden mediale insuler korteks, ekstrem kapsül, klastrum, eksternal kapsül, putamen, globus pallidus gözlenmektedir. Ekstrem kapsülün frontoorbital operkül ile insula korteksi arasındaki kurduğu bağlantı bu disekyonda daha net gösterilmiştir. B.Resim 12A'nın stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) C. Resim 12A'nın yakın çekim görüntüsü. D.Resim 12C'nin stereoskopik görüntüsü. (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız) E.Yapılan diseksiyonun radyolojik görüntüsü. F.Resim 12E'nin stereoskopik görüntüsü (Mavi-Kırmızı gözlükle bakınız)



Resim 13 İnsular korteks ve bazal gangliyonlar düzeyinden yapılan kesitsel anatominin radyolojik olarak eşleştirilmesi. Santral kor lateralden mediale doğru insuler korteks, ektrem kapsül, klastrum, ekternal kapsül, putamen, globus pallidus eksternus, globus pallidus internus, internal kapsül, kaudat nükleus ve talamusu içermektedir.

Operkülüm ve insuler yapılar arasındaki ak madde yolaklarının üç boyutlu yapısının daha iyi anlaşılabilmesi için 3 boyutlu kesitsel diseksiyon yapışmıştır. Bu diseksiyon için süperior frontal girus ve middle frontal girus arasındaki süperior frontal sulkus düzeyinden sagital kesi yapılmıştır. Presentral ve postsentral giruslar arasındaki santral sulkustan koronal düzlemde kesi yapılmıştır. Silvian fissür düzeyinde ise insuler korteksi horizontal olarak kesecek şekilde aksiyel kesit alınmıştır. Böylece üç düzlemde kesilerek bir üçgen prizma şeklinde parenkim kesilip çıkarılmıştır. Geriye kalan parenkimde frontoorbital operkül ile ekstrem kapsül arasındaki ilişki daha net gözlenmektedir. Ekstrem kapsülün çevre operküllerle bağlantı sağlayan kısa lifler olduğu hipotezimizi bu fotoğraf ile desteklemiş olduk**(Şekil 12)**.

Bu kesitsel anatomide santral kor düzeyinde lateralden mediale doğru insuler korteks, ekstrem kapsül, klastrum, eksternal kapsül, putamen, globus pallidus eksternus ve globus pallidus internus sırasıyla görülmektedir**(Şekil 12)**.

Diseksiyonun son aşamasında başka bir spesmen insuler korteks düzeyinden aksiyel olarak kesilmiştir. Bu bölgedeki anatomik yapılar resimlenmiş ve radyolojik eşleniği ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir**(Şekil 13)**.

5.TARTIŞMA

İnsula tarihte ilk kez Monro tarafından resmedilmiş(42), daha sonra Reil tarafından 1809 yılında ayrı bir lob olarak tanımlanmıştır(5). 19.yüzyıl sonlarına doğru yapılan hayvan deneyleri ile beynin fonksiyonel anatomisi daha iyi kavranması ile beraber insula anatomisine olan ilgi artmıştır. Broca tarafından frontal operkülüm veya bu bölgenin insulaya uzanan bölümlerinde lezyonu olan hastaların konuşma bozukluğu tanımlanması ile, insulo-operküler bölgenin konuşma üzerinde etkisi olduğu ilk kez fark edilmiştir(43).

İnsulanın fonksiyonu hakkındaki tartışmalar deneysel hayvan modelleri ve insular lezyonu bulunan hastalardan elde edilen klinik deneyimlere dayandığından dolayı uzun yıllar spekülasyondan öteye gidemedi. İnsula singulat girus, parahipokampal girus, orbitofrontal korteks gibi paralimbik bir organ olarak tanımlanmıştır(44). Frontal, parietal ve temporal lobları birbirine bağlamasının yanı sıra, limbik organlarla da anatomik bağlantılarının anatomik olarak gösterilmesi fonksiyonunu aydınlatmada faydalı olmuştur.

İnsula ve çevresindeki operküler bölgelerin konuşmanın planlanması, artikülasyonu, işitsel fonksiyonlar ve somatik motor/duyusal fonksiyonlar başta olmak üzere pek fonksiyonu olduğu yapılan anatomik ve fizyolojik çalışmalarla ortaya konmuştur.

Yaptığımız bu araştırmada fiber diseksiyon teknikleri ve traktografi kullanarak, insulanın ak madde yollarını ve özellikle de çevredeki frontoorbital,

frontoparietal ve temporal operküller ile olan ilişkileri ile birlikte inceleme fırsatı bulduk. Böylece insulanın gerek derin yapılar, gerekse de çevresinde bulunan diğer loblarla olan bağlantısını yakından inceledik. İnsula ve derinindeki ak madde yollarıyla ilgili geçmişte yapılan diğer çalışmalarda operküler bölge ak madde yollarının kaldırıldığı görülmüştür. Bizim çalışmamız insulanın derinindeki yapılar diseke edilirken dahi, operkülüm ak madde yollarının korunması ile insula derinindeki ekstrem kapsül, eksternal kapsül gibi diğer ak madde yollarının serebral operkülle ilişkisini daha iyi gösterme imkanı sağlamıştır.

Assosiasyon lifleri aynı hemisferde farklı bölgeleri birbirine bağlayan ak madde yolaklarıdır. Eksternal kapsül ve ekstrem kapsülden 1978 yılında Carpenter tarafından insula derininde klastrum tarafından birbirinden ayrılan asosiasyon lifleri olarak bahsedilmiştir(45). Oysa bizim yaptığımız anatomik diseksiyon sonucunda ekstrem kapsülün eksternal kapsülden farklı olarak asosiasyon lifi olmadığı, yalnızca insulanın kendi içindeki komşu girusları ve çevre operkülümü insulaya bağlayan U liflerden oluştuğu görülmüştür. Bu sebeple ekstrem kapsülün bir kapsül olarak tanımlanmasından ziyade gri cevher derinindeki yüzeyel U lifleri olarak tanımlamak daha doğru olacaktır.

Ekstrem kapsülden farklı olarak eksternal kapsül farklı asosiasyon liflerinden oluşan bir kapsül görünümdeki ak madde demetidir. Ventral eksternal kapsülü uncinat fasikül ve inferior fronto orbital fasikül oluştururken, dorsal eksternal kapsülü ise klastro-kortikal fiberlerden oluşturmaktadır(46). Dorsal eksternal kapsül içindeki gri madde topluluğu olan klastrum daha önceki

çalışmalarda ekstrem kapsül ve eksternal kapsül arasındaki sınır olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda ekstrem kapsül lifleri kaldırılırken, operkülüm lifleri korunmuştur. Ve eksternal kapsül seviyesine inildiğinde bu seviyedeki ak madde yollarının da hala operkülüme lif gönderdiği ilk kez çalışmamızda bahsedilmiştir(47). İFOF ile yapılan daha önceki anatomik çalışmalarda bu yolağın operkülüm derininden frontopolar bölgeye devam ettiği söylenirken, biz operkülüme bir takım dallar verdiğini göstermiş bulunmaktayız(47). Özellikle inferior fronto orbital fasikülün yüzeyel yaprağının frontoorbital operküle lif gönderdiği, derin yaprağının ise operkülüm altından frontopolar ve frontoorbital bölgelere uzandığı net olarak gösterilmiştir. Temporal operkülümde benzer şekilde diseke edilmiş, ancak bu bölgede inferior fronto oksipital fasikülün operkülüme belirgin bir dal göndermediği görülmüştür. Superir temporal girus derinindeki u lifler ve arkuat fasikülün bu bölgeye gelen dalları kaldırıldıktan sonra İFOF'un operkül altından geçerek insula ve temporal bölge arasındaki devamlılığı ilk defa temporal operkül korunarak göstermiştir.

İnsular bölgeyi başta gliomlar olmak üzere pek çok patoloji etkilemektedir. İnsula, motor korteksle birlikte gliomlar tarafından etkilenen en fonksiyonel serebral kortekstir. İnsular gliomlar paralimbik bölge gliomları sınıflaması altında ilk kez Gazi Yaşargil tarafından sınıflandırılmıştır(48). Bu sınıflamaya göre 2a grubu insulada sınırlı yer kaplayan tümörlerdir. 2b yalnızca frontoorbital bölgeye, 2c temporo-polar bölgeye yayılımı olan tümörlerken, 3 grubu diffüz tip tümörler olarak sınıflandırılmıştır.

Gliom yayılımında proliferasyon ve diffüzyon olmak üzere 2 adet yayılım paterni tanımlanmıştır(49–51). Bir tümörde proliferasyon baskın olduğunda yer kaplayan daha net sınırlı bir kitle oluşurken, difüz yayılım paterni baskın bir tümörde dijitasyonların olduğu keskin sınırlı bir şeklinin olmadığı tümörler oluşur.

Tümörlerin yayılım paterni, tümör biyolojisinin aydınlatılmasında anatomik çalışmaların diğer moleküler, genetik veya radyolojik çalışmalar kadar değerli olduğunu düşünüyoruz. Bu sebeple yaptığımız çalışmada bu bölgede tümörlerinin özellikle yayılım gösterdiği frontoorbital, frontoparietal ve temporal operküllerle ilişkisini ortaya koyduk. Bölgedeki tümörler operküler bölgeye yayılırken çevresindeki ak madde yapılarını ittiği ve ak madde yolaklarının tümör yayılımını sınırlandırdığı tezi çalışmamızca desteklenmiştir.

Bölge anatomisi, ak madde yolları, insulo-operküler bölge bileşkesi arasındaki bağlantıların gösterilmesi ve tüm bunların tümör yayılım paternine etkisini daha iyi aydınlatmak için başta anatomik ve radyolojik olmak üzere daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Biz çalışmamızda bu bölge anatomisiyle ilgili literatüre katkı sağlamak için özellikle insuler ak madde yolaklarının operküler bölge ak madde yolları ile ilişkisini incelemiş bulunmaktayız.

6.SONUÇ

İnsula silvian fissürün tabanınında, serebral operküllerle örtülü derin yerleşimli bir beyin lobudur. Bugüne dek yapılan gerek anatomik, gerek nörofizyolojik çalışmalarla son derecede yüksek fonksiyona sahip kompleks bir yapı olduğu gösterilmiştir.

Son yıllarda radyolojik teknolojilerin gelişmesi ile bu verileri destekleyecek anatomik çalışmalara gereksinim artmış ve ak madde diseksiyon çalışmaları popüler hale gelmiştir. Biz de bu çalışmamız da insula ile ilgili literatürdeki diğer ak madde çalışmalarından farklı olarak insula ve derinindeki ak madde yapılarını çevre operküler yapıları koruyarak inceledik. Böylece bu lobun ve derininden geçen ak madde yollarının operkülüm ile ilişkisini inceleme fırsatı bulduk.

Çalışmamız süresince ekstrem kapsülünün eksternal ve internal kapsülden farklı olarak uzun bir assosiasyon lifi olmadığını komşu insuler giruslar ve operküler giruslar arasındaki U liflerinden oluştuğu tezini savunduk. Ayrıca İnferior Fronto Oksipital Fasikülün (İFOF) daha önce gösterilmeyen frontoorbital operküle gönderdiği dalını anatomik olarak gösterdik.

Sonuç olarak insula ve kendisini çevreleyen serebral operkül hem anatomik hem de fizyolojik olarak oldukça kompleks yapılardır. Bölgeye yapılan girişimlerin daha az morbidite ve mortaliteye sebep olması için anatomisinin anlaşılması son derece önemlidir. Bu bağlamda yaptığımız bu anatomik

çalışmayla insula ve operküler anatomisine farklı bir bakış açısı getirerek literatüre katkı sağlamayı hedeflemiş bulunmaktayız.

7.KAYNAKÇA

1. Uddin LQ, Nomi JS, Hébert-Seropian B, Ghaziri J, Boucher O. Structure and Function of the Human Insula: Journal of Clinical Neurophysiology. Temmuz 2017;34(4):300-6.

2. Ghaziri J, Tucholka A, Girard G, Houde J-C, Boucher O, Gilbert G, vd. The Corticocortical Structural Connectivity of the Human Insula. Cerebral Cortex. Şubat 2017;27(2):1216-28.

3. Basser PJ, Pajevic S, Pierpaoli C, Duda J, Aldroubi A. In vivo fiber tractography using DT-MRI data. Magn Reson Med. Ekim 2000;44(4):625-32.

4. Kamada K, Sawamura Y, Takeuchi F, Kawaguchi H, Kuriki S, Todo T, vd. Functional identification of the primary motor area by corticospinal tractography. Neurosurgery. Temmuz 2007;61(1 Suppl):166-76; discussion 176-177.

5. Reil J. Untersuchungen über den Bau des grossen Gehirns im Menschen. Vierte Fortsetzung, VIII Arch Physiol (Halle). 1809;(9):136-46.

6. Gasquoine PG. Contributions of the Insula to Cognition and Emotion. Neuropsychol Rev. Haziran 2014;24(2):77-87.

7. Di Carlo DT, Cagnazzo F, Anania Y, Duffau H, Benedetto N, Morganti R, vd. Post-operative morbidity ensuing surgery for insular gliomas: a systematic review and meta-analysis. Neurosurg Rev. Haziran 2020;43(3):987-97.

8. Wai MSM, Shi C, Kwong WH, Zhang L, Lam WP, Yew DT. Development of the human insular cortex: differentiation, proliferation, cell death, and appearance of 5HT-2A receptors. Histochem Cell Biol. Aralık 2008;130(6):1199-204.

9. Uğur T, Yaşargil DC, Al-Mefty O, Yaşargil MG. Topographic anatomy of the insular region. J Neurosurg. 1999;90(4):720-33.

10. Tanriover N, Rhoton AL, Kawashima M, Ulm AJ, Yasuda A. Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. Journal of Neurosurgery. Mayıs 2004;100(5):891-922.

11. Antonio C. M. Mussi (son), Albert L. Rhoton Jr., Hung Tzu Wen. Surgical Anatomy of the Brain. İçinde: Youmans Neurological Surgery. 2011. bs.

12. Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O, Yaşargil DC. Arteries of the insula. J Neurosurg. 2000;92(4):676-87.

13. Showers MJC, Lauer EW. Somatovisceral motor patterns in the insula. J Comp Neurol. Ağustos 1961;117(1):107-15.

14. Glasser MF, Coalson TS, Robinson EC, Hacker CD, Harwell J, Yacoub E, vd. A multi-modal parcellation of human cerebral cortex. Nature. Ağustos 2016;536(7615):171-8.

15. Kurth F, Zilles K, Fox PT, Laird AR, Eickhoff SB. A link between the systems: functional differentiation and integration within the human insula revealed by meta-analysis. Brain Struct Funct. Haziran 2010;214(5-6):519-34.

16. Oppenheimer, S, M., Gelb, A., Girvin, Hachinski, V. C. Cardiovascular effects of human insular cortex stimulation. Neurology. 1992;22(9):1727-32.

17. Tayah T, Savard M, Desbiens R, Nguyen DK. Ictal bradycardia and asystole in an adult with a focal left insular lesion. Clin Neurol Neurosurg. 2013;115(9):1885-7.

18. Khalsa SS, Rudrauf D, Feinstein JS, Tranel D. The pathways of interoceptive awareness. Nat Neurosci. Aralık 2009;12(12):1494-6.

19. Fifer RC. Insular stroke causing unilateral auditory processing disorder. J Am Acad Audiol. 1993;(4):364-9.

20. Mak YE, Simmons KB, Gitelman DR, Small DM. Taste and olfactory intensity perception changes following left insular stroke. Behav Neurosci. 2005;119(6):1693-700.

21. Borg C, Bedoin N, Peyron R, Bogey S, Laurent B, Thomas-Antérion C. Impaired emotional processing in a patient with a left posterior insula-SII lesion. Neurocase. 2013;19(6):592-603.

22. Papagno C, Pisoni A, Mattavelli G. Specific disgust processing in the left insula: New evidence from direct electrical stimulation. Neuropsychologia. 2016;(84):29-35.

23. Clark L, Studer B, Bruss J, Tranel D, Bechara A. Damage to insula abolishes cognitive distortions during simulated gambling. Proceedings of the National Academy of Sciences. 22 Nisan 2014;111(16):6098-103.

24. Levin IP, Xue G, Weller JA, Reimann M, Lauriola M, Bechara A. A Neuropsychological Approach to Understanding Risk-Taking for Potential Gains and Losses. Front Neurosci [Internet]. 2012 [a.yer 30 Haziran 2020];6. Erişim adresi: http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2012.00015/abstract

25. Ackermann H,, Riecker A. The contribution(s) of the insula to speech production: a review of the clinical and functional imaging literature. Brain Struc Funct. 2010;(214):419-33.

26. Eckert MA, Menon V, Walczak A. At the heart of the ventral attention system: the right anterior insula. Hum Brain Mapp. 2009;30(8):2530-41.

27. Pakkenberg B. Total nerve cell number in neocortex in chronic schizophrenics and controls estimated using optical disectors. Biological Psychiatry. 01 Aralık 1993;34(11):768-72.

28. Broadman K. Vergleichende Lokalisationslehre der Grobhirnrinde : in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. Leipzig. 1909;324.

29. Broadman K. Broadmann's Localisation in the Cerebral Cortex.

30. Davis SW, Dennis NA, Buchler NG, White LE, Madden DJ, Cabeza R. Assessing the effects of age on long white matter tracts using diffusion tensor tractography. Neuroimage. Haziran 2009;46(2):530-41.

31. Türe U, Yaşargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O. Fiber Dissection Technique: Lateral Aspect of the Brain. Neurosurgery. 01 Ağustos 2000;47(2):417-27.

32. Zhang Q, Xiao Y, Lin L, Wu J. Diffusion spectrum imaging in white matter microstructure in subjects with type 2 diabetes. PLOS ONE. 14 Kasım 2018;13(11):e0203271.

33. Berman JI, Berger MS, Mukherjee P, Henry RG. Diffusion-tensor imaging-guided tracking of fibers of the pyramidal tract combined with intraoperative cortical stimulation mapping in patients with gliomas. J Neurosurg. Temmuz 2004;101(1):66-72.

34. Ribas EC, Yağmurlu K, de Oliveira E, Ribas GC, Rhoton A. Microsurgical anatomy of the central core of the brain. Journal of Neurosurgery. Eylül 2018;129(3):752-69.

35. Güngör A, Baydın ŞS, Holanda VM, Middlebrooks EH, Isler C, Tugcu B, vd. Microsurgical anatomy of the subthalamic nucleus: correlating fiber dissection results with 3-T magnetic resonance imaging using neuronavigation. Journal of Neurosurgery. Mart 2019;130(3):716-32.

36. Baran O, Baydin S, Gungor A, Balak N, Middlebrooks E, Saygi T, vd. Surgical Approaches to the Thalamus in Relation to the White Matter Tracts of the Cerebrum. World Neurosurgery. 01 Ağustos 2019;128:e1048-86.

37. Güngör A, Baydin S, Middlebrooks EH, Tanriover N, Isler C, Rhoton AL. The white matter tracts of the cerebrum in ventricular surgery and hydrocephalus. JNS. Mart 2017;126(3):945-71.

38. Albert L. Rhoton Jr. The Cerebrum. İçinde: Rhoton Cranial Anatomy and Surgical Approaches. 2002.

39. Von Der Heide RJ, Skipper LM, Klobusicky E, Olson IR. Dissecting the uncinate fasciculus: disorders, controversies and a hypothesis. Brain. Haziran 2013;136(6):1692-707.

40. Di Carlo DT, Benedetto N, Duffau H, Cagnazzo F, Weiss A, Castagna M, vd. Microsurgical anatomy of the sagittal stratum. Acta Neurochir. Kasım 2019;161(11):2319-27.

41. Yagmurlu K, Middlebrooks EH, Tanriover N, Rhoton AL. Fiber tracts of the dorsal language stream in the human brain. JNS. Mayıs 2016;124(5):1396-405.

42. Monro A. Observations on the Structure and Functions of the Nervous System. Edinburgh. 1783;

43. Broca P. Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie. Bull Soc Anat. 1861;(36):330-57.

44. Mesulam M-M, Mufson EJ. The Insula of Reil in Man and Monkey. Içinde: Peters A, Jones EG, editörler. Association and Auditory Cortices [Internet]. Boston, MA: Springer US; 1985 [a.yer 02 Ağustos 2020]. s. 179-226. (Cerebral Cortex). Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9619-3_5

45. Malcolm B.Carpenter. Core Text of Neuroanatomy (1978, Williams & Wilkins).

46. Fernández-Miranda JC, Rhoton AL, Kakizawa Y, Choi C, Álvarez-Linera J. The claustrum and its projection system in the human brain: a microsurgical and tractographic anatomical study: Laboratory investigation. JNS. Nisan 2008;108(4):764-74.

47. Martino J, Brogna C, Robles SG, Vergani F, Duffau H. Anatomic dissection of the inferior fronto-occipital fasciculus revisited in the lights of brain stimulation data☆. Cortex. Mayıs 2010;46(5):691-9.

48. Yaşargil MG, von Ammon K, Cavazos E, Doczi T, Reeves JD, Roth P. Tumours of the limbic and paralimbic systems. Acta neurochir. Mart 1992;118(1-2):40-52.

49. Swanson KR, Alvord EC, Murray JD. Virtual brain tumours (gliomas) enhance the reality of medical imaging and highlight inadequacies of current therapy. Br J Cancer. Ocak 2002;86(1):14-8.

50. Swanson KR, Bridge C, Murray JD, Alvord EC. Virtual and real brain tumors: using mathematical modeling to quantify glioma growth and invasion. Journal of the Neurological Sciences. Aralık 2003;216(1):1-10.

51. Mandonnet E, Capelle L, Duffau H. Extension of paralimbic low grade gliomas: toward an anatomical classification based on white matter invasion patterns. J Neurooncol. Haziran 2006;78(2):179-85.

8.EKLER

8.1 Etik Kurul Onayı

Bu araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafınca oy birliği ile etik kurallara uygun bulunmuştur. (Karar no:768)

9.ÖZET

Amaç: İnsula silvian fissür derininde çevre operkül ile çevrelenmiş kompleks bir anatomiye sahip beyin lobudur. Bölgenin radyolojik, anatomik ve elektrofizyolojik çalışmalarla son derece yüksek fonksiyonelliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Bu kompleksite sebebiyle bölgeye yapılan girişimler beynin diğer alanlarına nazaran daha yüksek mortalite ve morbiditeye sebep olmaktadır. Bölge anatomisinin daha iyi anlaşılması amacıyla yaptığımız bu çalışmada insula ve derinindeki ak madde yollarını serebral operkülleri koruyarak incelemeyi hedefledik. Böylece insulayı çevresindeki operkülüm ile bir bütün olarak değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma Mayıs 2020 tarihinde Gazi Üniversitesi Hızır Alp Mikroşir Laboratuvarında ardından Haziran 2020 ve Ağustos 2020 tarihleri arasında Yeditepe Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Nöroşirürji Laboratuvarında Klinger metoduna uygun olarak hazırlanmış 10 adet postmortem insan beyni üzerinde yapılmıştır. Çalışmada diseksiyonlar lateralden mediale doğru presentral, postsentral girus ve operküler korteks korunarak yapılmıştır. Serebral korteks aspiratör ve spatula yardımı ile dekortike edilip daha sonra dişsiz pensetlerle U lifler kaldırılarak ak madde yolları ortaya çıkarılmıştır. Diseksiyonun her aşamasında bulunan lifler fotoğraf makinesi ile tripod ve slider kullanılarak stereoskopik (3D) çekim tekniği ile fotoğraflanmıştır.

Bulgular: Diseksiyona presentral ve postsentral giruslar korunarak başlanmış, öncelikle operkülüm çevresindeki Süperior Longutudinal Fasikül ve Arkuat Fasikül gibi lif demetleri ortaya çıkarılmış, daha sonra dekortikasyona

silvian fissür düzeyinde devam edilerek önce insular korteks ortaya çıkarılmış, daha sonra insula dekortike edilerek sırasıyla ekstrem kapsül, klastrum, unsinat fasikül, inferior fronto-oksipital fasikül, klastrokortikal lifler, putamen, globus pallidus, anterior komissür ve internal kapsül yapıları gösterilmiştir.

Diseksiyon sırasında ekstrem kapsül ve eksternal kapsülden çevre operküllere giden ak madde lifleri gösterilmiştir. İnferior fronto-oksipital fasikülün frontoorbital operküle gönderdiği süperfisyel dalı gösterilmiştir. Tüm bu liflerin çevre operküllerle ilişkisi gösterilmiştir.

Tartışma: Çalışmamızda insula ve derinindeki ak madde yapıları bölge anatomisiyle ilgili yapılan önceki çalışmalardan farklı olarak operküller korunarak operküler anatomiyle beraber incelenme fırsatı bulunmuştur. Ekstrem kapsülün internal ve eksternal kapsülden farklı olarak uzun bir assosiasyon lifi olmadığı yalnızca komşu insuler ve operküler girusları birbirine bağlayan U-liflerden oluştuğu gösterilmiştir. Ayrıca İnferior Fronto Oksipital Fasikülün (İFOF) diğer anatomik diseksiyonlarda gösterilmemiş, frontoorbital operküle gönderdiği dalı gösterilmiştir. Benzer bir dalın temporal operkülde olmadığı, operkül derininden posteriora doğru devamlılık gösterdiği bulunmuştur.

Sonuç: Kompleks bir anatomiye ve fonksiyonel ağa sahip insulanın daha iyi anlaşılması, yeni cerrahi tekniklere esin kaynağı olması amacıyla yapılan bu anatomik çalışma insula ve derinindeki ak maddelerin çevre operkülle bağlantısına, ekstrem kapsül ve İFOF liflerine yeni bir bakış açısı getirmiştir.

10.SUMMARY

Objektives: The insula is a brain lobe with a complex anatomy surrounded by the surrounding operculum deep in the sylvian fissure. The region has been shown to have extremely high functionality with radiological, anatomical and electrophysiological studies. Due to this complexity, interventions in the region cause higher mortality and morbidity compared to other areas of the brain. In this study, which we conducted to better understand the anatomy of the region, we aimed to examine the insula and deep white matter pathways by protecting the cerebral operculum. Thus, we aimed to evaluate the insula as a whole with the surrounding operculum**.**

Material and Mehtods: This study was carried out on 10 postmortem human brains prepared in accordance with the Klinger method at Gazi University Hızır Alp Microsurgery Laboratory in May 2020 and then at Yeditepe University Neurosurgery Department Microsurgery Laboratory between June 2020 and August 2020. In the study, dissections were performed from lateral to medial, preserving the precentral, postcentral girus and opercular cortex. The cerebral cortex was decorticated with the help of an aspirator and a spatula, and then U fibers were removed with forceps and white matter paths were revealed. The fibers found at every stage of the dissection were photographed with a stereoscopic (3D) technique using a tripod and a slider with a camera.

Results: The dissection was started by preserving the precentral and postcentral giruses, firstly fiber bundles such as the Superior Longutudinal Fascicle and Arcuate Fascicle around the operculum were exposed, then the

decortication was continued at the level of the silvian fissure to reveal the insular cortex first, then the insula was decorticated, respectively, the extreme capsule, clastrum, uncinate fascicle. , inferior fronto-occipital fascicle, clastrocortical fibers, putamen, globus pallidus, anterior commissure and internal capsule structures are shown.

During dissection, white matter fibers from the extreme capsule and external capsule to the surrounding operculles are shown. The superficial branch of the inferior fronto-occipital fascicle sending to the frontoorbital opercle is shown. The relationship of all these fibers with the surrounding opercules has been demonstrated.

Discussion: In our study, we had the opportunity to examine the insula and deep white matter structures together with the opercular anatomy, unlike previous studies on the anatomy of the region. It has been shown that the extreme capsule is not a long association fiber, unlike the internal and external capsule, but consists of U-fibers connecting the adjacent insular and opercular giruses. In addition, the branch of the Inferior Fronto Occipital Fascicle (IFOF), which has not been shown in other anatomical dissections, has been shown to the frontoorbital operculum. It was found that a similar branch was not in the temporal operculum, but continued from the deep operculer towards the posterior.

Conclusion: This anatomical study, which was carried out to better understand the insula with a complex anatomy and functional network, and to inspire new surgical techniques, brought a new perspective to the connection of

the insula and its deep white matter with the surrounding operculum, the extreme capsule and IFOF fibers.

11.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Oğuz Kağan Demirtaş

Doğum yeri ve tarihi : 14.06.1991 / Karabük

Eğitim Bilgileri

İlköğretim ve Lise

- Karabük Şehit Mehmet Dinçel İlköğretim Okulu (1997-2000)
- Adapazarı Ahmet Akkoç İlköğretim Okulu (2000-2001)
- İzmit İnkilap İlköğretim Okulu (2001-2005)
- Ankara Atatürk Anadolu Lisesi (2005-2009)

Üniversite

- Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi (2009-2015)
- Eskişehir Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Sağlık Kurumları İşletmeciliği (2012-2014)

Uzmanlık Eğitimi

- Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi (2016-2021)

Yabancı Dil

- İngilizce (B2)
- Almanca (A2)